



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA ELÉTRICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENERGIA ELÉTRICA

JAQUELINE PEREIRA DA SILVA

PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE
ENERGIA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN

Natal-RN

2018

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Silva, Jaqueline Pereira da.

Projeto de modernização do sistema de medição e controle de energia do Campus Central da UFRN / Jaqueline Pereira da Silva. - 2018.

106 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Energia Elétrica. Natal, RN, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Dias de Almeida.

Coorientador: Prof. Dr. José Luiz da Silva Junior.

1. Medição de grandezas elétricas e Gerenciamento - Mestrado.
2. Redução de despesas e Qualidade de energia elétrica - Mestrado. 3. Redes ópticas passivas - Mestrado. I. Almeida, Marcos Antonio Dias de. II. Silva Junior, José Luiz da. III. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 621

JAQUELINE PEREIRA DA SILVA

PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE
ENERGIA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Energia Elétrica, do Centro de Tecnologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica na área de Energia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Dias de Almeida

Coorientador: Prof. Dr. José Luiz da Silva Junior

Natal-RN

2018

JAQUELINE PEREIRA DA SILVA

PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE
ENERGIA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Energia Elétrica, do Centro de Tecnologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica na área de Energia Elétrica.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Antonio Dias de Almeida
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Orientador

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Luiz da Silva Junior
Coorientador

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Fred Sizenando Rossiter Pinheiro
Examinador interno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Prof. Dr. Joabson Nogueira de Carvalho
Examinador Externo

A Deus, em primeiro lugar, que iluminou o meu caminho durante toda a trajetória. Seu fôlego de vida em mim foi sustento e me deu coragem para seguir.

À minha mãe, que é meu maior exemplo de ser humano, que me deu toda educação e que não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

À minha avó (in *memoriam*) que esteve comigo durante todo meu crescimento, orientando e ofertando o amor necessário para viver.

À minha irmã, Juliana, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas. Com você, as pausas entre um parágrafo e outro de produção melhora tudo o que tenho produzido na vida.

Ao meu pai adotivo, Reinalvo, que tenho o orgulho de chamar de pai. Seu incentivo e esforço em estar comigo em todos os momentos, me fez muito melhor.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Marcos Antonio Dias de Almeida, meu orientador, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

Ao professor Dr. José Luiz da Silva Júnior, com muito carinho, sem o qual não teria sido possível a elaboração deste trabalho, por todas as suas contribuições, por ter sido amigo e contribuído de forma grandiosa para meu crescimento profissional e pessoal.

Ao Eng. Pierre Robinson Josuá, com todo meu respeito e carinho, por ter estado comigo desde o início da minha trajetória profissional, ensinando o real valor do trabalho, da dedicação e da força de vontade. Sem sua contribuição e dedicação, derramada sobre mim, isso não seria possível.

À Comissão Interna de Conservação de Energia – *CICE*, pela abertura para realização de trabalho em grupo e pela disponibilização de dados por ela compilados.

À Superintendência de infraestrutura da UFRN – *SIN*, em especial à pessoa do Eng. João Maria Paiva, que com grande satisfação e conhecimento, contribuiu e disponibilizou equipe de pessoal e as informações do sistema elétrico da UFRN.

À Diretoria de Manutenção de Instalações – *DIMAN* que, durante todo este trabalho, disponibilizou ferramentas e pessoal para realização, em conjunto, das visitas técnicas a todos os prédios e subestações do Campus central.

À minha querida e amada sobrinha Gabriela, que alegre e encanta os meus dias, e que me lembra sempre o verdadeiro sentido do amor.

À empresa World Telecom Ltda e ao seu corpo de empregados, direção e administração que oportunizaram a janela do aprendizado prático e diário.

Aos amigos e companheiros de trabalho e irmãos na amizade, que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha memória.

A todos os professores, por proporcionarem o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação, no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por me terem feito aprender.

Ao Programa de pós-graduação em Energia Elétrica - PPEE, pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, pela oportunidade de fazer parte deste time e por me proporcionar um ambiente criativo e amigável.

À República Federativa do Brasil, por nos proporcionar uma universidade pública de qualidade, tornando possível minha formação e transformação de vida.

Obrigada a todos!

*“Na verdade, há um espírito no homem, e a inspiração do Todo
Poderoso o faz entendido”.*
Jó 32:8

RESUMO

Este trabalho consiste no desenvolvimento de um projeto de modernização do sistema de medição e controle de energia elétrica do campus central da UFRN. Atualmente a universidade dispõe de um sistema de medição de grandezas elétricas, composto por 76 equipamentos, que atendem à diversas edificações, instalados nos alimentadores elétricos. Uma parte dos equipamentos de medição encontra-se em funcionamento e outra parte danificada ou sem comunicação com o Centro de Operação e Informação – COI, alocado na Diretoria de Manutenção de Instalações – *DIMAN*. No presente projeto, esforços serão direcionados para avaliação e diagnóstico do sistema de gerenciamento de energia elétrica existente, realocação e dimensionamento para os prédios não atendidos e projeção da rede de comunicação com uso de uma Rede Óptica Passiva Gigabit - *GPON*. Ao final, será disponibilizado um projeto detalhado da rede de comunicação e medição, memorial descritivo e planilha com previsão de custos para modernização do sistema. Com a execução do projeto, a universidade disporá de uma ferramenta valiosa de gerenciamento, que enviará as informações em tempo real, para o COI, o que permite o controle, a gestão e a setorização do consumo de energia elétrica. Tal setorização permite ainda, o rateio de custos, a análise de demanda e a qualidade de energia. Facilitando, sobremaneira, o processo de implementação de eficiência energética e a consequente redução nas despesas de energia elétrica do Campus.

Palavras chaves: Medição de grandezas elétricas, Gerenciamento, Redução de despesas, Qualidade de energia elétrica, Redes ópticas passivas.

ABSTRACT

This work consists in the development of a project to modernize the electrical energy metering and control system of UFRN's central campus. Currently the university has a system of measurement of electrical quantities, composed of 76 equipment, which meet the various buildings, installed in the electric feeders. One part of the measuring equipment is in operation and another part damaged or not communicated with the Operation and Information Center - OIC, allocated in Facilities Maintenance Directorate - DIMAN. In the present project, efforts will be directed to the evaluation and diagnosis of the existing electric power management system, reallocation and design for unattended buildings and projection of the communication network using a Gigabit Passive Optical Network - GPON. At the end, a detailed design of the communication and measurement network, descriptive memo and spreadsheet with cost forecast for system modernization will be available. With the implementation of the project, the university will have a valuable management tool, which will send the information in real time, to the IOC, which allows control, management and sectorization of electric energy consumption. This sectorization also allows cost sharing, demand analysis and energy quality. Facilitating, above all, the process of implementing energy efficiency and the consequent reduction in the electric energy expenses of the Campus.

Keywords: Measurement of electrical quantities, Management, Reduction of expenses, Electric power quality, Passive optical networks.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Smart Grid</i>	21
<i>Figura 2 - Rede elétrica tradicional</i>	22
<i>Figura 3 - Rede elétrica inteligente</i>	23
<i>Figura 4 - Modelo de rede elétrica inteligente, proposto pelo NIST.</i>	24
<i>Figura 5 - Medição inteligente</i>	26
<i>Figura 6: Dowlink e uplink de dados de uma Rede PON básica</i>	32
<i>Figura 7 - Topologia TDM-PON ponto-multiponto</i>	33
<i>Figura 8 - OLT fabricante ZTE</i>	34
<i>Figura 9 - ONU do fabricante ZTE</i>	35
<i>Figura 10 - Splitter óptico PLC 1:16</i>	36
<i>Figura 11 - Rede Óptica passiva Gigabit- GPON</i>	38
<i>Figura 12 - Rede de comunicação acessando subestação do CB e SE da Zona 1</i>	43
<i>Figura 13 - Rede de comunicação chegando à mureta da COMPERVE/UFRN</i>	44
<i>Figura 14 - Presença de resíduos de insetos e partículas em mureta e SE</i>	44
<i>Figura 15 - Partículas de sujeira presentes na mureta do CCK instalado nas proximidades da piscina</i>	45
<i>Figura 16 - Restos de animais em disjuntores da SE do CCHLA e do CCK instalado no LARHISSA</i>	45
<i>Figura 17 - Disjuntores sem identificação instalados em SE do departamento de geologia</i>	46
<i>Figura 18 - Transformadores de corrente danificados ou imprecisos</i>	46
<i>Figura 19 - Topologia do Projeto de Smart Meter</i>	49
<i>Figura 20 - Quadro de alocação dos medidores de energia nas edificações por centro de custo da Zona 1</i>	50
<i>Figura 21 - Detalhe funcional da instalação dos medidores de energia em subestações, muretas e quadros gerais na Zona 1</i>	51
<i>Figura 22 - Alocação dos medidores de energia nas edificações por centro de custo da Zona 2</i>	52
<i>Figura 23 - Detalhe funcional da instalação dos medidores de energia em subestações, muretas e quadros gerais na Zona 2</i>	53
<i>Figura 24 - Quadro de alocação dos medidores de energia nas edificações por centro de custo da Zona 3</i>	54
<i>Figura 25 - Detalhe funcional da instalação dos medidores de energia em subestações, muretas e quadros gerais na Zona 3</i>	56
<i>Figura 26 - Quadro de alocação dos medidores de energia nas edificações por centro de custo da Zona 4.</i>	57
<i>Figura 27 - diagrama funcional da instalação dos medidores inteligentes na Zona 4.</i>	58
<i>Figura 28 - Quadro de alocação dos medidores de energia nas edificações por centro de custo da Zona 5</i>	59
<i>Figura 29 - diagrama funcional da instalação dos medidores inteligentes na Zona 5.</i>	60
<i>Figura 30: Quadro de alocação dos medidores de energia nas edificações por centro de custo da Zona Central</i>	61
<i>Figura 31: Detalhe funcional da instalação dos medidores de energia em subestações, muretas e quadros gerais na Zona Central</i>	62
<i>Figura 32 - Topologia da Rede GPON do Campus Central</i>	67
<i>Figura 33 - planilha Orçamentária prevista para atualização do sistema de medição e controle</i>	69
<i>Figura 34 - Orçamento estimativo da Rede de comunicação GPON</i>	70

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 - Relação dos Equipamentos de Medição do Fabricante CCK existentes no Campus Central.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabela 2 - Relação dos Problemas encontrados nos Equipamentos de Medição do Fabricante CCK existentes no Campus Central.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabela 3 - Consumo de energia do Campus central da UFRN do ano de 2014.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabela 4 - Consumo de energia do Campus central da UFRN do ano de 2015.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabela 5 - Consumo de energia do Campus central da UFRN do ano de 2016.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabela 6 - Consumo de energia do Campus central da UFRN do ano de 2017.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabela 7 - Estimativa do Consumo de energia do Campus central da UFRN para o ano de 2018.....</i>	<i>91</i>

LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1 - Consumo em MWh de energia do Campus central da UFRN nos anos de 2014 a 2017.....</i>	<i>89</i>
<i>Gráfico 2 - Valores pagos com energia em Reais (R\$) do Campus central da UFRN nos anos de 2014 a 2017..</i>	<i>89</i>
<i>Gráfico 3 - Valores Globais pagos com energia em Reais (R\$) dos anos de 2014 a 2017.....</i>	<i>90</i>
<i>Gráfico 4 - Projeção de valores do custo de energia em reais do Campus central da UFRN do ano de 2018....</i>	<i>92</i>
<i>Gráfico 5 - Projeção de Consumo em MWh de energia do Campus central da UFRN do ano de 2018.....</i>	<i>92</i>

Sumário

1. INTRODUÇÃO	15
1.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO	15
1.3. OBJETIVO GERAL	17
1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.3.2. FUNCIONALIDADES	18
1.4. JUSTIFICATIVA	19
2. SMART GRID	21
2.1. CONCEITO DE SMART GRID	21
2.2. SMART METERING	26
3. INFRAESTRUTURA DE COMUNICAÇÃO	29
3.1. REDES DE COMUNICAÇÃO	29
3.2. REDES ÓPTICAS PASSIVAS	32
3.2.1. ELEMENTOS DE UMA REDE PON	33
3.2.1.1. OLT	34
3.2.1.2. ONU	34
3.2.1.2. SPLITTERS ÓPTICOS	35
3.2.2. COMPARATIVO ENTRE AS TECNOLOGIAS DE REDE PON	36
3.2.3. REDES GPON (ITU-T G.984)	37
4. DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA INSTALADO	40
4.1. PERFIL DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NA UFRN	40
4.1.1. CONSUMO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA	40

<u>4.1.2. PROJEÇÃO FUTURA DE CONSUMO</u>	<u>41</u>
<u>4.2. SITUAÇÃO ATUAL DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA</u>	<u>42</u>
<u>5. PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DA REDE DE MEDIÇÃO ELÉTRICA</u>	<u>47</u>
<u>5.1. CONSIDERAÇÕES E PREMISSAS BÁSICAS</u>	<u>47</u>
<u>5.1.1. PREMISSAS BÁSICAS</u>	<u>47</u>
<u>5.2. PROJETO DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE ENERGIA ELÉTRICA</u>	<u>49</u>
<u>5.2.1. ZONA 1</u>	<u>49</u>
<u>5.2.2. ZONA 2</u>	<u>51</u>
<u>5.2.3. ZONA 3</u>	<u>54</u>
<u>5.2.4. ZONA 4</u>	<u>56</u>
<u>5.2.5. ZONA 5</u>	<u>59</u>
<u>5.2.6. ZONA CENTRAL</u>	<u>61</u>
<u>5.3. SOFTWARE DE GESTÃO E MONITORAMENTO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO</u>	<u>62</u>
<u>5.4. PROJETO DA REDE ÓPTICA PASSIVA – GPON</u>	<u>63</u>
<u>5.4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS</u>	<u>63</u>
<u>5.4.2. DEFINIÇÕES DO PROJETO</u>	<u>63</u>
<u>5.4.3. DEMANDA DE USUÁRIOS EM CADA ZONA</u>	<u>64</u>
<u>5.4.4. DEFINIÇÃO DA RAZÃO DE DIVISÃO E TOPOLOGIA DO PROJETO</u>	<u>66</u>
<u>5.4.5. CÁLCULO DA LARGURA DE BANDA</u>	<u>67</u>
<u>5.4.6. ORÇAMENTO BÁSICO PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE MEDIÇÃO</u>	<u>68</u>
<u>5.4.7. ORÇAMENTO BÁSICO ESTIMATIVO PARA PROJETO DE REDE GPON</u>	<u>70</u>
<u>5.4.8. PLANO DE ENDEREÇAMENTO IP</u>	<u>71</u>

5.4.9. PLANTAS DETALHADAS DO PROJETO	71
---	-----------

6. CONCLUSÕES	73
----------------------	-----------

7. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	74
------------------------------------	-----------

REFERÊNCIAS

APÊNDICE A - RELAÇÃO DE TABELAS COM DETALHAMENTO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS NOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO INSTALADOS NO CAMPUS CENTRAL

APÊNDICE B – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

ANEXO A – RELAÇÃO DE TABELAS COM DETALHAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN NOS ANOS DE 2014 Á 2017

ANEXO B – RELAÇÃO DE GRÁFICOS COM DETALHAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN NOS ANOS DE 2014 Á 2017

ANEXO C – TABELA COM PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN PARA O ANO DE 2018

ANEXO D – GRÁFICO COM PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN PARA O ANO DE 2018

ANEXO E – PLANTAS DETALHADAS DO PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO E CONTROLE

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo faz-se uma descrição dos objetivos gerais e específicos, das funcionalidades do processo de automação e justificativas para desenvolvimento do trabalho.

Inicialmente são contextualizadas as questões relacionadas à eficiência energética e de políticas para sua efetivação. Na sequência apresenta-se o detalhamento dos objetivos, geral e específico do trabalho, de modernização de sistema de medição de energia elétrica. Detalha-se também as funcionalidades que serão implementadas com a execução de um sistema integrado de medição e coleta de informações. Por fim, justifica-se a divisão do projeto por centros de custos¹, mostrando-se os benefícios da setorização para gestão do consumo de energia do Campus Central da UFRN.

1.2.CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO

As dificuldades econômicas e financeiras vividas pelo país e agravadas pelos choques no preço do petróleo na década de 70, as indefinições resultantes do processo de privatização do setor elétrico brasileiro no final da década de 80 e o período hidrológico extremamente desfavorável a partir de 2000 culminaram na crise energética de 2001, que levou o Brasil ao racionamento de energia elétrica (MOREIRA, 2006).

Naquele ano, tramitava há oito anos no Congresso Nacional um Projeto de Lei do então Senador da República, Fernando Henrique Cardoso, com intuito de criar regulamentação da eficiência energética no Brasil.

Diante da crise energética, o referido Projeto de Lei foi considerado um instrumento estratégico de auxílio à superação daquela conjuntura, que trazia graves transtornos à população e enormes prejuízos ao país. Finalmente, em 17/10/2001, foi sancionada pelo próprio Fernando Henrique Cardoso, na condição de Presidente da República, a Lei 10.295, mais conhecida como “Lei de Eficiência Energética” (BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL, 2007).

¹ Centros de Custos são unidades dentro de uma organização e geralmente são projetos ou departamentos de uma empresa. É uma maneira eficiente de agrupar despesas e receitas, para uma melhor análise de partes do negócio.

Neste contexto, várias ações de eficiência energética vêm sendo implantadas, algumas voluntárias e outras obrigatórias, como o Programa de Eficiência Energética (PEE), em que as concessionárias distribuidoras de energia elétrica são obrigadas a propor e implementar programas de eficiência energética. Tais projetos devem ser corretamente avaliados, pois o dinheiro investido é uma contribuição da sociedade e o retorno proporcionado por esse investimento precisa ser assegurado. (JANUZZI, SAIDEL et al, 2007).

Visando melhorar a eficiência energética das instituições públicas, a implementação de um sistema de gerenciamento de energia, com a medição setorizada das grandezas elétricas, análise em tempo real das informações disponibilizadas através da rede de comunicação, proporciona uma ferramenta de grande valor na gestão da rede de energia elétrica. Uma das vantagens da implantação do sistema inteligente será o provimento de um mecanismo de grande integração dos usuários com o sistema elétrico de distribuição instalado, escolhendo tarifas e fazendo gestão em tempo real, com o intuito de adequar o consumo.

Dessa forma, com o uso de um sistema integrado de gerenciamento de energia, o Campus Central da UFRN, poderá atuar na vertente de medição inteligente e na eficiência do sistema energético instalado. Na parte de medição ter-se-á o consumo total de cada mês por centros de custos, podendo-se analisar este consumo levando em conta as atividades do prédio ou conjunto de prédios e o período do ano, proporcionando a criação de estratégias para diminuição do consumo de energia elétrica, além de ações de eficiência energética.

Com a implantação dessas ações de eficiência energética, busca-se obter-se a menor despesa em relação à energia utilizada em determinados processos. Através de ações de otimização de contratos de energia, melhoria no fator de potência e utilização de equipamentos mais eficientes, como motores, transformadores e lâmpadas. Essas medidas podem ser adotadas, após análise, de que o investimento realizado poderá ser amortizado com economia de energia gerada pela implantação de ações de eficiência energética.

Portanto, para disponibilização de um sistema de gerenciamento integrado, faz-se necessário o uso de uma rede de comunicação inteligente, que mantenha os requisitos de qualidade de serviços necessários ao sistema elétrico. Por isso, várias oportunidades de pesquisas estão sendo exploradas no Brasil e no mundo. Já visualizando o contexto de

sistemas inteligentes, a UFRN encontra-se projetando e adquirindo uma PON (Rede Ótica Passiva – *Passive Optical Network*), esse tipo de rede consolida-se como uma das atuais tecnologias de infraestrutura de acesso e sua cobertura tem expandido para redes de grandes alcances. Seu uso para TIC² vem possibilitar também a implantação de redes elétricas inteligentes.

Dessa forma, no projeto de modernização do sistema de medição do Campus Central da UFRN, será utilizada rede ótica passiva, para o transporte seguro e confiável dos dados. No projeto da rede, será usada a tecnologia de Redes Óticas Passivas Gigabit (*Gigabit Passive Optical Network - GPON*), pois está previsto a utilização de um anel óptico em todo campus, a partir do qual, fazendo-se uso de *splitters*³ ópticos e caixas de emendas, envia-se um cabo de fibra ótica para cada subestação, mureta ou edificação.

1.3.OBJETIVO GERAL

De forma geral, a proposta deste trabalho é o desenvolvimento de um projeto técnico de modernização do sistema de medição e controle de energia, com envio de dados através de uma infraestrutura de rede ótica, permitindo à universidade o gerenciamento do sistema de medição, com o intuito de racionalizar o consumo da energia elétrica. Com a implementação desse projeto será possível controlar as cargas, fazer análise dos pontos de maiores demandas, de maior geração de reativos, bem como o controle da energia elétrica consumida pelos seus centros de custos. Para atingir esse objetivo geral, descreve-se a seguir os objetivos específicos.

1.3.1. Objetivos Específicos

- Coletar dados do consumo atual do Campus Central da UFRN, fazendo análise individual de cada prédio;
- Realizar uma projeção futura de consumo, tendo em vista os crescimentos constantes do Campus;

² TIC é a abreviação de "Tecnologia da Informação e Comunicação". Podendo ser definida sinteticamente como o conjunto de recursos tecnológicos que, se estiverem integrados entre si, podem proporcionar a automação e/ou a comunicação de vários tipos de processos existentes.

³ O *splitter* é um componente passivo de uma rede ótica que tem como finalidade dividir o sinal óptico, aumentando assim a ramificação da rede e deixando-a com mais capilaridade.

- Coletar dados do sistema de gerenciamento da rede elétrica atual, fazendo análise das funcionalidades disponíveis;
- Coletar dados sobre as dificuldades existentes para o gerenciamento do sistema atual do Campus, tais como mão de obra, sistemas ultrapassados e mau funcionamento de dispositivos;
- Desenvolver projeto de comunicação de dados, fazendo-se uso da tecnologia GPON, através de um anel óptico em torno de todo o Campus com derivações ópticas a partir de *splitters*, entregando-se fibra na última milha;
- Desenvolver projeto de modernização do sistema de medição, realocando-se os equipamentos de medição, setorizando o consumo por cada centro de custos, para medição e rateio do consumo de energia;
- Estender o sistema de medição para todas as edificações do Campus Central, fazendo a comunicação com o centro de operação através da rede óptica passiva;
- Elaborar plano de endereçamento IP para os equipamentos de controle e medição, com *VLAN*⁴ única para todos os equipamentos;
- Sugerir a atualização da versão do *software* supervisor, para versão *Web*, permitindo acesso às novas funcionalidades de gestão da qualidade e uso da energia elétrica.

1.3.2. Funcionalidades

- Disponibilizar aos gestores e operadores do sistema elétrico da UFRN um sistema integrado, que contenha todas as informações de cada prédio gerenciado, tais como demanda, consumo e fator de potência, proporcionando uma ferramenta capaz de auxiliar na tomada de decisão;
- Enviar informações de alerta aos gestores e operadores do sistema elétrico, através de mensagens, informando interrupções, equipamentos funcionando a vazio e religamento de unidades consumidoras;
- Setorização do consumo de energia por centro de custo, permitindo um rateio do consumo de energia de forma eficiente e precisa.

⁴ Uma rede local virtual, normalmente denominada de *VLAN*, é uma rede logicamente independente. Várias *VLANs* podem coexistir em um mesmo comutador (*switch*), de forma a dividir uma rede local (física) em mais de uma rede (virtual).

1.4. JUSTIFICATIVA

Atualmente a universidade dispõe de um sistema de medição de energia elétrica que necessita de modernização. Os medidores encontram-se instalados em pontos da rede elétrica, que não asseguram a fidedignidade da medição, não sendo possível a coleta de informações concretas sobre as medições realizadas, bem como a definição de qual centro de custos a despesa com energia elétrica pertence. Além disso, um percentual dos medidores está fora de operação e outra parte não consegue comunicação com o centro de medição e controle de energia.

O projeto de modernização consiste em desenvolver um sistema de medição e controle de energia confiável, fazendo uso da rede óptica passiva, em fase de instalação, para estabelecimento de comunicação entre os medidores e centro de controle.

Outro aspecto proposto no projeto é a realocação dos medidores para cada centro de custo, que será alocado ao lado do quadro geral do prédio, assegurando confiabilidade e setorização dos dados, um ambiente livre de intemperes e facilidade de conexão com o armário de telecomunicações do prédio. Serão evitados, portanto, ambientes externos e de grandes extensões, bem como as grandes influências eletromagnéticas existentes no ambiente de subestação e de quadros de alta e média tensão.

Com a modernização do sistema de medição e controle, haverá um sistema de gerenciamento de energia que proporcionará inúmeros benefícios tais como:

- Medição e armazenamento de grandezas elétricas como tensão, corrente, potência, energia, fator de potência e harmônicos;
- Disponibilidade de informações em tempo real, com histórico de dados e relatórios para análise;
- Alarme e notificações das informações monitoradas, permitindo acompanhamento e intervenção em tempo real;
- Alarme e notificação do estado dos equipamentos e dispositivos de disjunção;
- Individualização dos custos de consumo de energia, com medição setorial, permitindo gestão e oportunidades de redução de custo por departamentos;
- Gerenciamento do consumo total e por centro de custos;
- Eficiência nas decisões, fazendo uso das informações processadas através de ações programadas;

- Fornecimento de dados seguros a comissões internas e gestores;
- Planejamento e orçamento do uso da energia e dos custos de forma setorizada;
- Disponibilização de dados para justificar e implementar melhorias de eficiência energética.

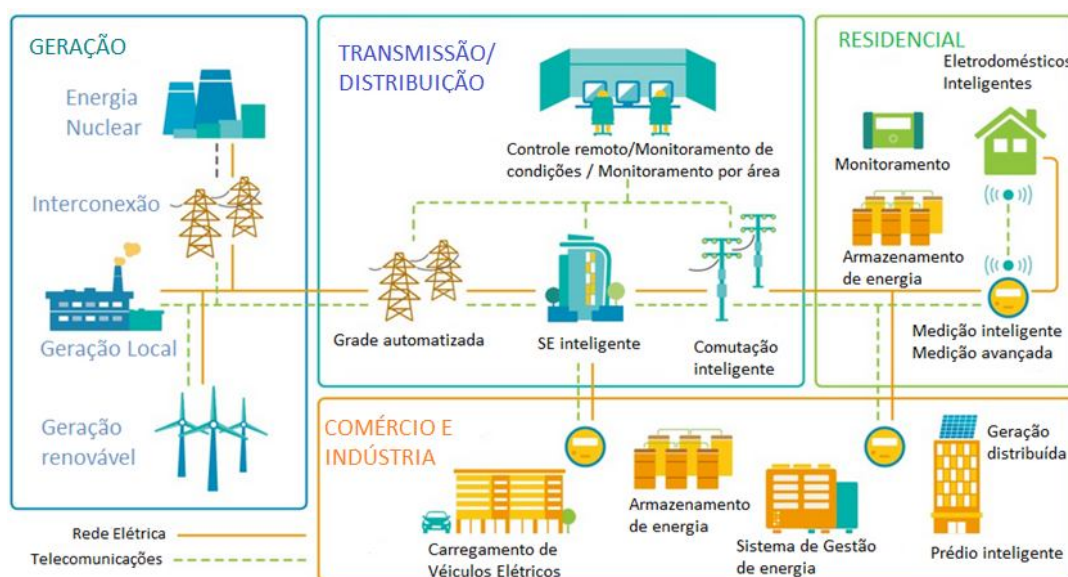
2. SMART GRID

Feita a contextualização do desenvolvimento do trabalho, expõe-se agora, o conceito de redes inteligentes, doravante chamadas de *Smart Grid*, fazendo-se uma comparação com as redes elétricas tradicionais. Na sequência, explica-se o termo de medição inteligente, verificando-se que ela constitui uma das etapas do conceito completo. Faz-se necessário o entendimento desses conceitos pois, neste trabalho, objetiva-se a modernização da rede de medição do Campus Central, através de uma rede óptica passiva, que juntamente com dispositivos inteligentes, constituem a *Smart Grid*.

2.1. CONCEITO DE SMART GRID

As *Smarts Grids* (SG) são as novas redes elétricas, usadas na geração e distribuição de energia, dotadas de recursos de tecnologia da informação e comunicação (TIC), tornando-se redes elétricas inteligentes (REI), com alto grau de automação (CPFL, 2017).

Figura 1 – Smart Grid



Fonte: CLP, 2017. Acesso em: abril 2018

As redes inteligentes têm como objetivo a otimização da geração, distribuição e consumo da energia elétrica, viabilizando a entrada de novos fornecedores e consumidores, trazendo grandes melhorias no monitoramento, na gestão, na automação e na qualidade da energia ofertada.

A Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency - IEA*) define *Smart Grid*, como uma rede elétrica que usa tecnologias digitais e outras tecnologias avançadas para monitorar e gerenciar o transporte de eletricidade de todas as fontes de geração para atender as demandas de eletricidade dos usuários finais – a fim de coordenar as necessidades e capacidades de geração, operadores de rede, usuários finais e agentes no mercado da eletricidade, afim de operar todas as partes do sistema da forma mais eficiente possível, minimizando custos e impactos ambientais, maximizando confiabilidade, resiliência e estabilidade do sistema.

Uma característica de grande destaque nas SG é a existência de um fluxo bidirecional de energia e informação. Dessa forma, os gestores e os operadores podem obter dados em tempo real do consumo de energia, podendo ajustar a capacidade da rede de acordo com a demanda instantânea e atuar em casos de sobrecargas, por exemplo, evitando que interrupções elétricas possam ocorrer.

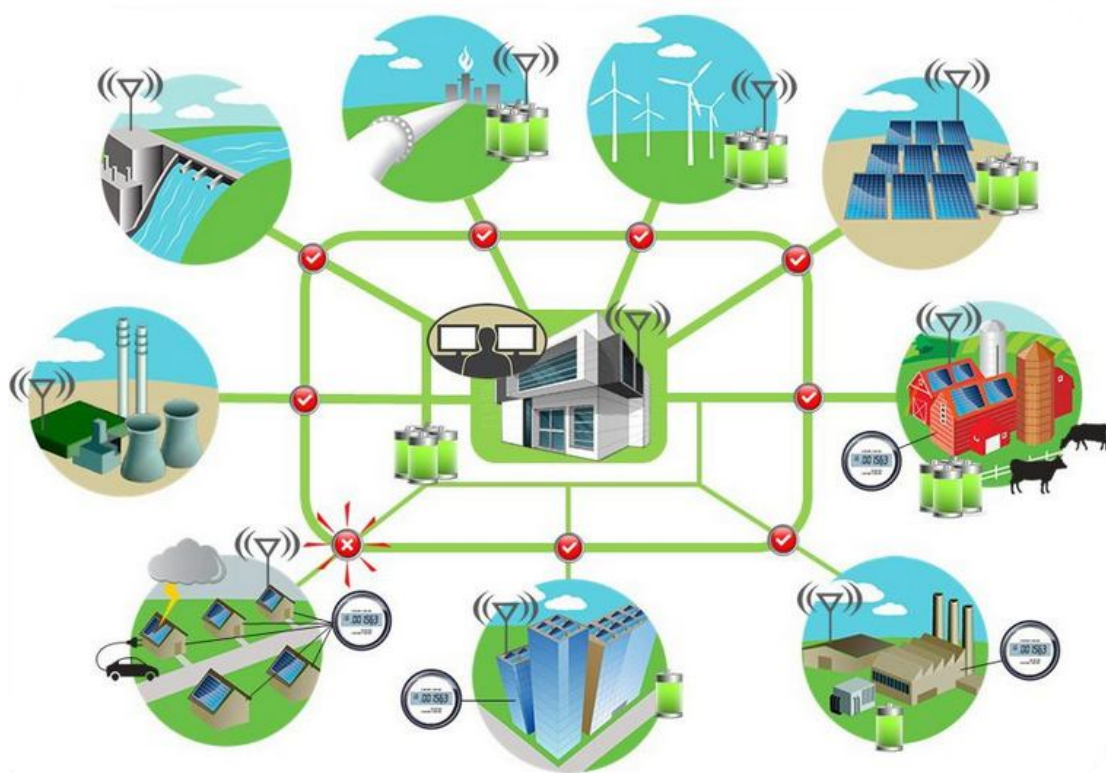
Figura 2 - Rede elétrica tradicional



Fonte: SBRC, 2015. Acesso em: março 2018

A Figura 2 ilustra uma rede elétrica tradicional com fluxo de energia unidirecional e a Figura 3, ilustra uma rede elétrica inteligente com os fluxos de energia e comunicação bidirecionais, incluindo a adição de novos conceitos.

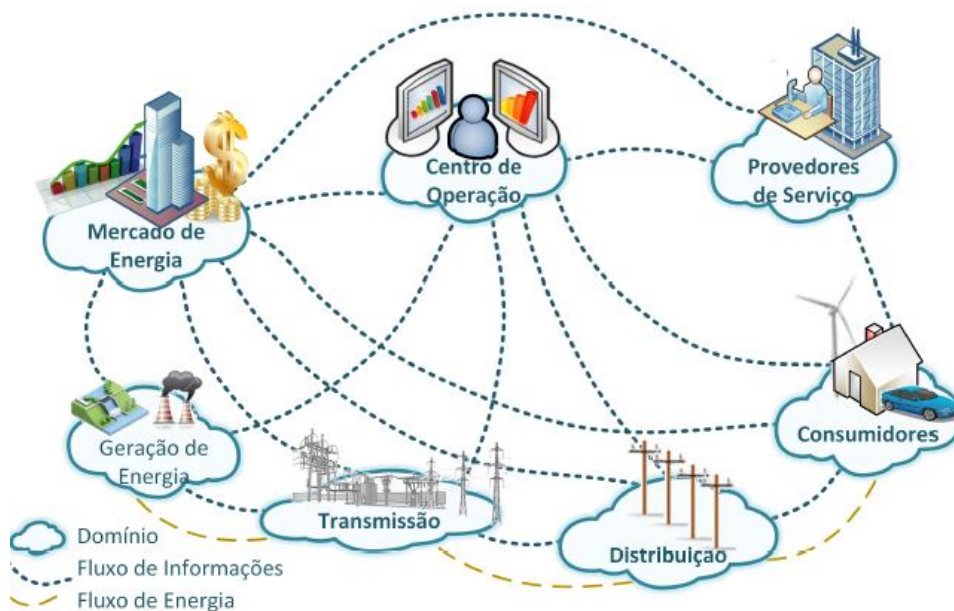
Figura 3 - Rede elétrica inteligente



Fonte: SBRC, 2015. Acesso em: março 2018

O Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (*Nacional Institute of Standards and Technology* - NIST) define um modelo conceitual, ilustrado na Figura 3, sendo a *Smart Grid* composta por sete domínios lógicos, com interligação de todos os agentes e dispositivos. Nesse modelo, os dispositivos terminais adquirem inteligência e podem se comunicar diretamente com os centros de gestão de dados. As redes inteligentes começam com uma inserção de medidores inteligentes e o número de Dispositivos Eletrônicos Inteligentes (*Intelligent Electronic Devices* - IEDs⁵), aumenta com o intuito de apoiar a Automação da Distribuição (*Distribution Automation* – DA). Assim, com o aumento de dispositivos gerenciados, tem um enorme crescimento no volume dos dados que devem ser gerenciados.

⁵ Os IEDs são unidades inteligentes e multifuncionais, usados para a proteção, controle, automação, medição e monitoramento dos sistemas elétricos, permitindo a concepção de lógicas de intertravamento e bloqueio, ou seja, funcionalidades em uma única caixa ou funcionalidades em dispositivos diferentes.



Fonte: NIST 2010, Lopes et al. 2015a. Acesso em: março 2018

Os setes domínios lógicos⁶, definido pelo *NIST*, formam a comunidade de redes inteligentes. Esses domínios são:

- Domínio de geração de energia (DGE): É composto pela geração e armazenamento de energia. O DGE troca informações com o domínio de operação e de mercado de energia, sobre as informações da energia gerada e armazenada.
- Domínio dos consumidores (DC): Abrangem as funcionalidades de consumo, geração em pequena escala e armazenamento de energia. Assim, o DC troca informações com os domínios de operação da rede e de mercado de energia.
- Domínio de Distribuição (DD): Passa a ser mais ativo, trocando informações com a operação, com consumidores, medidores e mercado de energia.
- Domínio de Transmissão (DT): Assim, como o DD, o domínio de transmissão, troca informações com a operação, com consumidores, medidores e mercado de energia.
- Domínio de provedores de serviços (DPS): Comunicação direta com os consumidores para faturamento, resposta à demanda e serviços terceirizados.

⁶ Agrupamento de agentes e aplicações que possuem objetivos semelhantes e dependem ou participam de tipos similares de atividades do Smart Grid.

Comunica-se com o domínio de mercado e de operação, para coleta de informações de medições e controle.

- Domínio do mercado de energia (DME): Coleta e envia informações da oferta e da demanda aos domínios de geração, provedores de serviços e operação da *Smart Grid*.
- Domínio da operação da rede elétrica (DOR): Realiza a comunicação com todos os domínios, para realizar coleta de dados, garantindo o controle e operação eficiente do sistema.

Mesmo separados, os sete domínios são profundamente relacionados. Além disso, as aplicações convencionais deverão conviver com as novas tecnologias advindas das redes elétricas inteligentes. Exemplos de aplicações convencionais são a teleproteção e o Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados (*Supervisory Control and Data Acquisition - SCADA*).

De acordo com o SBSeg (2016, p.6)

“A teleproteção usa um sistema de comunicação entre duas subestações. Com isso, se um equipamento de proteção em uma subestação detecta uma falha em uma extremidade, a outra extremidade é notificada e ações de proteção são iniciadas a fim de isolar a falha. Já o sistema SCADA, que no passado era suportado por mainframes e sistemas fechados de fornecedores, atualmente faz uso da rede de comunicação para interconectar todos os equipamentos das subestações que são supervisionados por ele. O SCADA é utilizado para supervisionar, controlar, aperfeiçoar e gerenciar os sistemas de geração e transmissão de energia elétrica”.

Com as redes inteligentes, o *SCADA* será de nova geração, e deve ser adaptado para supervisionar um cenário com novos dispositivos e possibilidades. Nessa nova geração, tem-se o sistema supervisorio analisando consumo e demanda, cargas, falhas, reconfiguração de rede e medição inteligente.

Ademais, as REI têm um papel de extrema importância na implementação da Geração Distribuída (GD) e na incorporação de fontes renováveis (eólica, biomassa, solar, entre outras) ao sistema de geração de energia elétrica, pois essas fontes demandam um intenso monitoramento e uso de medidores inteligentes. Na GD, fazendo uso das *Smart Grids*, o consumidor torna-se uma parte fundamental do funcionamento e controle da rede elétrica, pois agora passa a ter um papel também de produtor. Assim, para que o

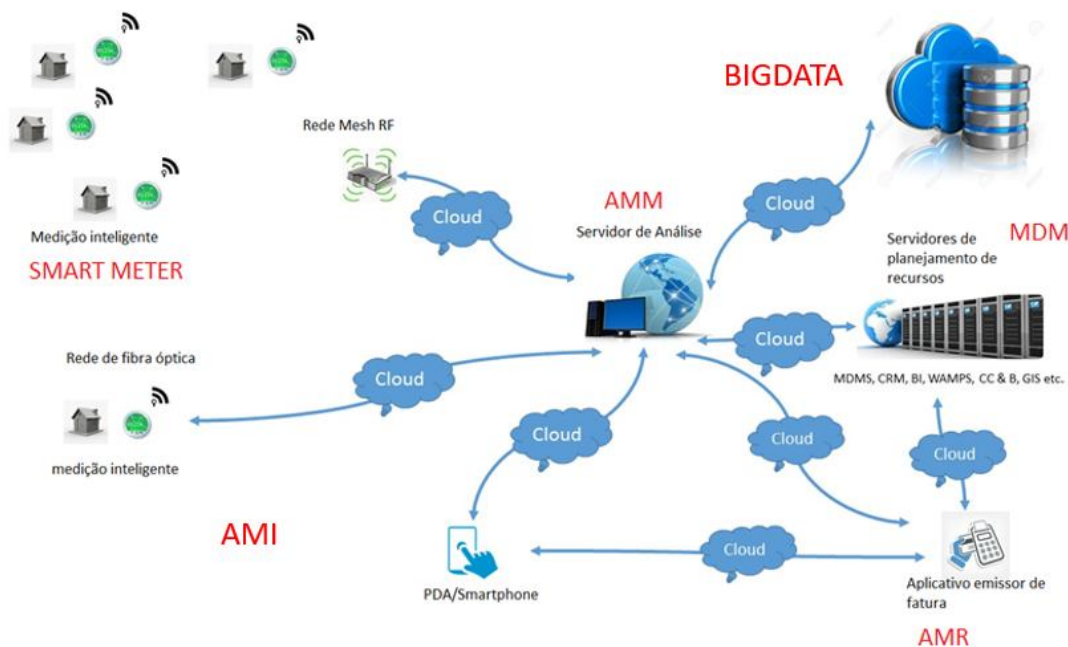
desenvolvimento das redes elétricas inteligentes seja possível, as tecnologias da informação e comunicação, que antes contemplavam parte do sistema elétrico de potência (SEP), agora se tornam indispensáveis, da geração até o consumidor final.

2.2. SMART METERING

Desde a década de 1980, diversos países vêm modernizando as redes de distribuição de energia elétrica, principalmente com a troca de medidores tradicionais por eletrônicos. Essa modernização é necessária, mas não suficiente para a medição inteligente. Segundo o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) (2012, p103), e demonstrado na figura 5:

“Medição inteligente refere-se a um sistema que compreende medidores digitais com capacidade de processamento, armazenamento e comunicação, infraestrutura para comunicação bidirecional e software de aplicação que permite a aquisição automática de dados em intervalos de tempo configurável, envio de dados (comando e controle) remotamente para o medidor e sistema de gerenciamento, oferecendo recursos tais como gerenciamento de ativos, informação de segurança e análise de dados. Neste sentido, o medidor tornou-se um sistema computacional (entidade) e, portanto, inteligente”.

Figura 5 - Medição inteligente



Fonte: CLP, 2017. Acesso em: abril 2018

Em diversos casos, a medição inteligente é considerada a própria *Smart Grid*, mas deve-se lembrar que a *smart meter* é apenas umas das etapas do conceito completo de REI. Assim, têm-se os seguintes aspectos que fazem parte da medição inteligente:

- Leitura automática do medidor (*Automated Meter Reading - AMR*): Procedimento para a geração de fatura, através de comunicação unidirecional com um centro de controle e medição, trazendo maior exatidão nas medições e economia de custos com leituristas.
- Medidor inteligente (*smart meter*): Medidor digital que realiza as medições do consumo de energia, com registro dos dados em intervalos de tempo programáveis e comunicação bidirecional com o centro de controle e medição.
- Gerenciamento do medidor avançado (*Advanced Meter Management - AMM*): Plataforma integrada de gerenciamento dos medidores dispostos em uma rede de comunicação. Tem como funcionalidades o gerenciamento de dispositivo e gestão da plataforma de comunicação, garantindo comunicação confiável entre os medidores e o centro de controle e medição.
- Gerenciamento de dados do Medidor (*Meter Data Management - MDM*): Processa e gerenciam os dados gerados pelos medidores, com informações de energia consumida, fator de potência, potência ativa e indicadores de qualidade de energia. Objetiva aperfeiçoar processos como faturamento, eficiência operacional, gestão de demanda de energia, e gestão de fraudes.
- Infraestrutura de medição avançada (*Advanced Metering Infrastructure - AMI*): Infraestrutura de meios de comunicação necessários para permitir as funcionalidades de medição inteligente.

Assim, com as informações de energia em tempo real, o usuário pode reduzir o consumo de energia elétrica durante os períodos de maior custo da geração. A junção dos medidores inteligentes com uma infraestrutura de comunicação forma uma plataforma que dispõe de dados de gestão de energia do sistema. As principais características dos medidores inteligentes são:

- Medição das grandezas elétricas: energia e potência ativa, energia e potência reativa, demanda de potência máxima, tensão, corrente e fator de potência;

- Registro dos parâmetros de qualidade de energia: tensão, detecção de falta de longa duração, com cálculo de DEC e FEC, presença de harmônicos e suas distorções;
- Coleta remota de eventos como detecção de fraude, mudança de configuração de tarifação e mudança de potência contratada;
- Controle de demanda e carga com capacidade de gerenciar cargas controláveis conectadas ao medidor, podendo limitar potência;
- Taxa de amostragem configurável;
- Armazenamento de dados em memória de massa;
- Emissão automática de fatura;
- Configuração bidirecional para leitura remota;
- Registros de microgeração;
- Imunização à inversão de fase;
- Detecção automática de falta na baixa tensão;
- Atualização remota de *firmware*.

3. INFRAESTRUTURA DE COMUNICAÇÃO

No Capítulo 1, realizou-se a contextualização do trabalho, detalhou-se os objetivos gerais e específicos, as funcionalidades presentes no sistema de gerenciamento de energia e a justificativa do projeto de modernização. Já no Capítulo 2, realizou-se a exposição dos conceitos de *SG* e medição inteligente, pelo fato do sistema de medição modernizado, configurar uma rede elétrica inteligente.

Neste capítulo trata-se da infraestrutura de comunicação que será utilizada, para juntamente com os dispositivos inteligentes, formar a REI. Ter-se-á, o detalhamento e conceituação das redes de fibra ópticas passivas e sua evolução. Por fim, far-se-á um detalhamento das duas tecnologias de redes ópticas passivas existentes, justificando-se a escolha do uso da tecnologia GPON.

3.1. REDES DE COMUNICAÇÃO

O serviço de comunicação tradicional evoluiu em direção à internet banda larga. E no setor elétrico, o uso das telecomunicações está sendo nas aplicações de telecomandos, corte e religações remotas, monitoramento da rede e gestão eficiente do consumo.

Para implementar uma rede de comunicação inteligente são necessárias tecnologias de comunicação de alta velocidade, totalmente integradas, com fluxo de dados bidirecionais em tempo real. (DOE, 2012C).

Dentre as tecnologias disponíveis, as comunicações celulares 3G e 4G são uma opção para o acesso sem fio, que podem ser usadas na camada local da rede de distribuição inteligente, interligando os medidores e os *IEDs*. As redes celulares são caracterizadas por uma comunicação bidirecional, com implementação flexível e conveniente, satisfatória largura de banda e alta taxa de transmissão de dados (CGEE, 2013).

Outra tecnologia de comunicação sem fio que pode ser utilizada é o *ZigBee*, que faz uso de Espectro de Propagação de Frequência (*Frequency Hopping Spread Spectrum – FHSS*), ela mostra-se eficiente para o uso em redes domésticas, podendo fazer a conexão entre dispositivos inteligentes e os medidores.

Dentre as tecnologias de comunicação com fio, têm-se as fibras ópticas passivas (PON), que são redes ópticas operando em ponto-multiponto e possuindo apenas componentes ópticos passivos entre o terminal principal e o terminal do cliente. O termo passivo origina-se da principal característica desse tipo de rede que é a ausência de elementos

ativos, ou seja, elementos que necessitem de energia elétrica para funcionar (FURUKAWA, 2012).

Os usuários interligados em uma PON compartilham o mesmo sinal óptico emitido por um transmissor, através de um divisor óptico passivo (*Splitter*), que fraciona a luz emitida pelo terminal principal e distribui os sinais para os terminais dos clientes, através de cabos ópticos.

Do ponto de vista do *NIST* (2010), o desafio atual é escolher a tecnologia que atenda à melhor relação custo-benefício e os requisitos necessários das *smart grids*, que são (SILVER SPRING NETWORK AXXIOM, 2009):

- Bidirecionais (*two-way*): Possuir comunicação bidirecional total em todos os seus nós.
- Onipresença: Possuir capacidade de atingir a todos os equipamentos da rede elétrica em áreas urbanas, suburbanas e rurais – com uma única tecnologia de rede.
- Custo justo: Provê um custo que justifique a sua implementação e operação – acima de tudo não pode ser mais cara que uma rede para só fazer medição. Uma estimativa básica de custo é uma rede com custo médio de até R\$ 6,00 por casa atendida (*home-passed*), incluindo o *software* de gerenciamento.
- Confiabilidade: Possuir ser altamente confiável, permitindo acesso a pelo menos 99,99% dos equipamentos da rede elétrica a qualquer momento.
- Segura: Tem que ser totalmente segura com múltiplas camadas de comprovados padrões de segurança.
- Largura de banda suficiente: Oferecer largura de banda suficiente para suportar muitas aplicações. Como referência o ideal é ter uma largura de banda 5 a 10 vezes a largura de banda necessária para medição eletrônica. Por exemplo, para fazer uma leitura com 15 minutos de intervalo 4 vezes ao dia a rede necessita uma largura de banda de aproximadamente 12 kbits/s. Uma rede de 100 kbits/s permite 88 kbits/s de largura de banda para outras aplicações de *Smart Grid*.
- Escalabilidade: Capacidade de acomodar milhões de equipamento na rede de energia sem redução de seu desempenho. A largura de banda deverá ser expansível para variáveis centenas de kbits/s se necessário no futuro, sem ter de trocar cartões de comunicação nos medidores ou nos equipamentos de rede elétrica.
- Rapidez (baixa latência): Capacidade de responder em tempos inferiores a 10 segundos para ler um medidor, ida e volta, ou seja, da Concessionária ao medidor e

retornar à Concessionária, e em menos de 2 segundos para o comando dos equipamentos de rede de energia (por exemplo religadores e chaves). Isto permitirá aos operadores de serviços lerem o medidor quando um cliente ligar, permitindo assim dar informações imediatas e *on-line*. Numa rede assim constituída seria possível ler 1 milhão de medidores em menos de 1 hora.

- Capacidade para interrupções: Deve continuar a funcionar mesmo com uma falha de energia elétrica e deve permitir detectar e identificar rapidamente os pontos de ocorrências/interrupção.
- Produto de mercado: A tecnologia da rede deve já existir e ter sido testada, com alguns milhões de pontos já operando satisfatoriamente em vários lugares.
- Pronta para Futuro: Deve possuir tecnologia à prova do “futuro”, com suficiente capacidade e desempenho para conseguir manejar os muitos e diversos produtos e serviços que aparecerão durante os próximos 10 a 20 anos.
- Bases Abertas: Baseada em padrões abertos como *Internet Protocol – IP* e padrões de rede da *IEEE* também, para facilitar a interoperabilidade e fornecer escolhas a um baixo custo.
- Gerenciamento: Tem de existir um sistema de gerenciamento de rede que permita à concessionária gerenciar a implantação e operação de milhões de nós com uma equipe de pessoas bem reduzida.
- Novas versões remotamente: Permitir a instalação de uma nova versão de *software – firmware* – em milhões de cartões de rede e medidores, através desta e em algumas horas, permitindo assim a implementação dos *upgrades* e correções sem ter de ir fisicamente até ao local onde está o equipamento.

Assim, analisando os requisitos necessários a serem atendidos pelas redes de comunicação para uso nas REI, as redes óticas passivas consolidam-se como uma excelente escolha, pois as mesmas possuem tecnologia ponto-multiponto, atendendo a diversas edificações através de um único ponto, e não possuem elementos ativos durante todo o percurso, eliminando a necessidade de energia ao longo do trecho. Detalha-se em seguida, as redes óticas passivas.

3.2. REDES ÓPTICAS PASSIVAS

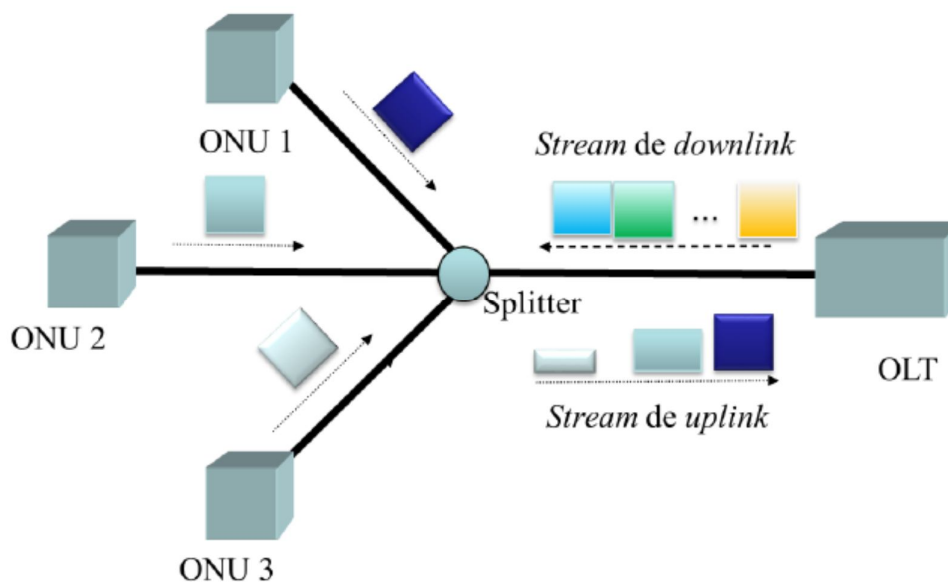
Essas redes foram pensadas na década de 1970, sendo padronizadas e comercialmente implantadas em meados de 1990, pela ITU G.983. Posteriormente várias atualizações de tecnologia aconteceram, com mudanças de alcance, protocolos e velocidades.

A Normatização da União Internacional de Telecomunicações (*International Telecommunication Union - ITU*) ITU-T G.983, descreve (1998, p.3)

“Uma rede de acesso em fibra óptica flexível capaz de suportar os requisitos de largura de banda dos serviços ISDN e B-ISDN. Esta recomendação descreve os sistemas com taxas de linha simétricas nominais de 155,520 Mbit/s e taxas de linhas simétricas de 155,520 Mbit/s a montante e 622,080 Mbit/s a jusante. A mesma propõe que a camada física requisitos e especificações para a camada dependente da mídia física, à camada de enlace e a variação protocolo de uma rede eletrônica passiva baseada em ATM (ATM-PON)” (Tradução nossa).

As redes Passivas apresentaram um desenvolvimento promissor e ultimamente ocupam grande faixa do mercado das redes de acesso. A Figura 6 mostra uma configuração básica de rede PON.

Figura 6: Downlink e uplink de dados de uma Rede PON básica



Fonte: CHIA, CORREIA, 2011. 59 f. Acesso: março 2018

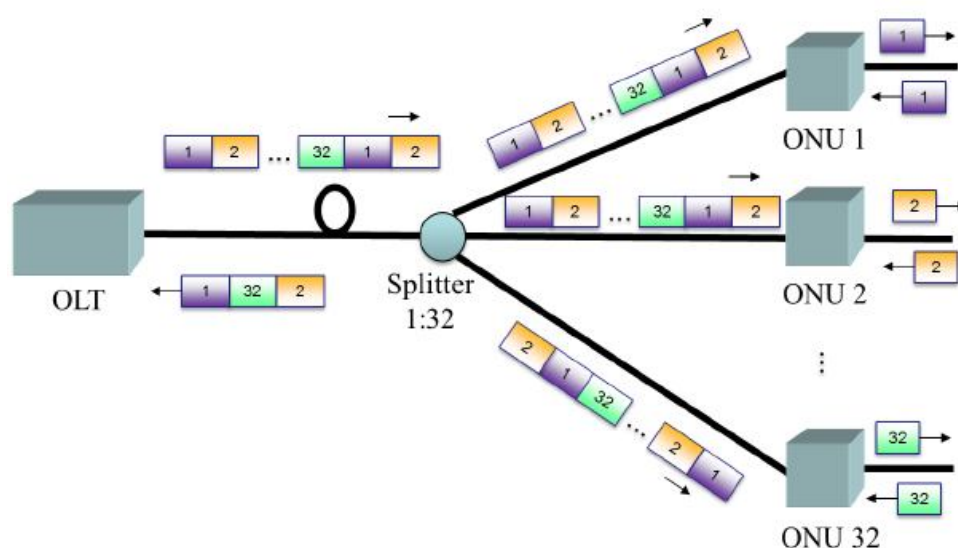
As redes PON, usam TDM⁷, assim as informações advindas das Unidades de rede óptica (*Optical Network Unit* – ONU) são centralizadas e gerenciadas pela Terminação de linha óptica (*Optical line Terminal* – OLT).

De acordo com Behrouz A. Frouzan (2008, p. 169),

“O TDM é um processo digital que permite que várias conexões compartilhem um link de maior largura de banda. Em vez de compartilhar parte da largura, como acontece com FDM, o que é compartilhado é o tempo. Cada conexão ocupa uma fração de tempo no link”.

Com TDM, haverá o compartilhamento de banda para as diversas ONU, ou seja, a banda total será repartida, conforme mostrado na Figura 7. Mesmo com essa desvantagem, as redes óticas passivas, estabeleceram-se como redes adequadas para transporte de informações, pela sua grande escalabilidade, interoperabilidade, economia e flexibilidade.

Figura 7 - Topologia TDM-PON ponto-multiponto



Fonte: CHIA, CORREIA, 2011. 59 f. Acesso: março 2018

3.2.1. ELEMENTOS DE UMA REDE PON

Os elementos principais de uma rede óptica passiva são: Terminal de linha óptica (*OLT*), unidade de rede óptica (*ONU*) e o *splitter*. Geralmente existe uma relação de “um para muitos”, ou uma rede ponto-multiponto entre a central e os usuários finais.

⁷ Multiplexação por divisão de tempo (*Time-Division Multiplexing* – TDM).

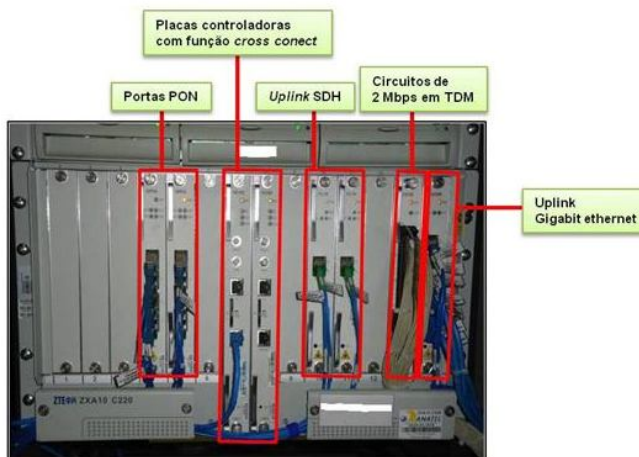
De acordo com (NEVES, 2011), a distribuição é feita de forma passiva, sem elementos ativos na Rede de acesso, através de elementos denominados *splitters*, que possuem divisões de 1x2, 1x4, 1x8, 1x16, 1x32, 1x64 (uma entrada e múltiplas saídas) e 2x8, 2x32 e 2x64 (duas entradas e múltiplas saídas para serem utilizados para proteção).

3.2.1.1. OLT

Este equipamento realiza a conexão dos usuários das redes de acesso à rede de transporte, transmite os dados no sentido de *dowstream*, gerencia a comunicação de dados no sentido de *upstream*, controla a largura de banda alocada para cada usuário e caso necessário controla a alocação dinâmica de largura de banda.

Além disso, é responsável por processar os sinais PON, realizar a sincronia entre as ONU's e prover as verificações de segurança. A OLT possui interfaces para comunicação com *switches* em direção ao *core* da rede e interfaces ópticas PON para comunicação com os usuários. Na Figura 8 é apresentado um OLT do fabricante ZTE como exemplo.

Figura 8 - OLT fabricante ZTE



Fonte: TELECO, 2018. Acesso: maio 2018

3.2.1.2. ONU

A ONU é uma nomenclatura genérica para o terminal óptico instalado próximo ao usuário. Este equipamento recebe e transmite sinais ópticos de acordo com o método de transmissão adotado pela rede (unidirecional ou bidirecional), convertendo os sinais ópticos de acordo com as portas disponíveis no equipamento, que podem ser 10/100baseT,

10/100/1000baseT, E1, RF e coaxial para TV(TELECO, 2018). Na Figura 9 são exibidas duas ONU's utilizadas para comunicar com o OLT.

Figura 9 - ONU do fabricante ZTE



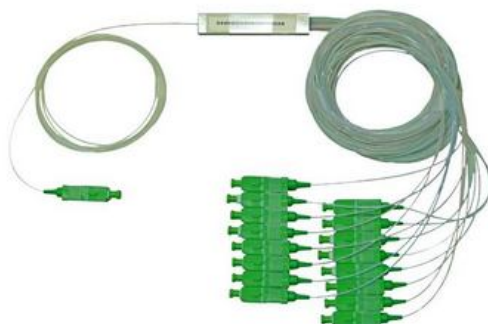
Fonte: TELECO, 2018. Acesso: maio 2018

3.2.1.2. *SPLITTERS* ÓPTICOS

Os *splitters* são componentes passivos que realizam a divisão do sinal óptico em uma rede PON. De acordo com sua divisão de potência os mesmos podem ser classificados em balanceados e desbalanceados.

Os *splitters* balanceados dividem o sinal da entrada de forma simétrica nas saídas. A relação entre entrada e saída pode ser de 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64 e 1:128 conforme padronização da ITU-T G.984.2. Por outro lado, os desbalanceados, dividem a potência de entrada de forma assimétrica nas saídas, sendo que a relação entre entrada e saída é de 1:2 e a divisão de potência entre as portas de saída ocorre em passos de 10% (60/40, 70/30, 80/20, 90/10) ou de 5% (65/35, 75/25, 85/15, 95/5), visando a atender ramos com atenuação diferenciada (TELECO, 2018).

Quanto ao método de fabricação, os *splitters* são classificados em FBT (*Fused Biconical Taper*) e PLC (*Planar Lightwave Circuit*). No método FBT o *splitter* é produzido por meio de fusão de duas fibras. Este processo é indicado apenas para divisores 1:2 assimétricos, pois possuem uma perda de inserção alta, porém o custo de fabricação é baixo se comparado ao PLC. No método PLC são utilizados circuitos de guia de onda de sílica alinhados com os *pigtails* (cabinho para emenda) das fibras. Este processo é mais complexo, a perda por inserção é baixa, porém, o custo de fabricação é maior que o FBT (FURUKAWA, 2014). A Figura 10 mostra um *Splitter* óptico balanceado com relação de 1:16.

Figura 10 - *Splitter* óptico PLC 1:16

Fonte: FURUKAWA, 2014. Acesso: maio 2018

Assim com a utilização de *splitters* de potência, podemos dividir o sinal óptico em proporções diferentes de acordo com as necessidades de cada projeto. Sendo o *Splitter* o componente que insere a maior atenuação na rede. A Tabela 1 mostra alguns modelos deste componente com suas atenuações típicas.

Tabela 1 - Relação de *splitters* com sua atenuação típica e tecnologia de fabricação

Especificações	1:2 ASSIMÉTRICOS					SIMÉTRICOS					
	10/90	20/80	30/70	35/65	40/60	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64
Perda de inserção máxima (dB)	11/0,7	7,9/1,4	6/1,9	5,35/2,3	4,7 / 2,7	3,7	7,1	10,5	13,7	17,1	20,5
Tecnologia de fabricação	FBT	FBT	FBT	FBT	FBT	PLC	PLC	PLC	PLC	PLC	PLC

Fonte: TELECO, 2018. Acesso: maio 2018

3.2.2. COMPARATIVO ENTRE AS TECNOLOGIAS DE REDE PON

Na Tabela 1 têm-se o detalhamento das principais diferenças entre as tecnologias de redes ópticas passivas atuais. Pode-se verificar que uma diferença muito importante está na velocidade de transmissão de dados, pois as redes EPON são simétricas e as redes GPON são assimétricas. Essa diferença é fundamental e deve ser levada em conta no momento de projeção de uma rede óptica passiva, pois se a demanda possui uma menor variedade de serviços, a rede EPON pode ser indicada, no entanto se demandar-se de um número maior de serviços e aplicações que utilizem *dowstream*, como telefonia IP, telecomandos, automação

de sistemas e maior quantidade de usuários conectados, a tecnologia GPON oferece alto desempenho, velocidade e qualidade nas conexões. (INTELBRAS, 2018).

Tabela 2 - Diferenças entre as tecnologias EPON e GPON

DIFERENÇAS	EPON	GPON
Padrão e protocolo	IEEE 802.3ah, Ethernet	ITU-T G.984, GEM (variados protocolos)
Tamanho dos pacotes	1518 bytes	de 53 até 1518 bytes
Velocidade de transmissão	Simétrica Down – 1.25 Gbps Up – 1.25 Gbps	Assimétrica Down – 2.5 Gbps Up – 1.25 Gbps
Comprimento de onda	Down – 1490 nm Up – 1310 nm	Down – 1490 nm Up – 1310 nm
Alcance Físico	Até 20km	Até 20km
Divisões	16, 32 ou 64	32, 64 ou 128
Eficiência	67%	93%

Fonte: Intelbras blog. Acesso em: maio 2018

Nas duas tecnologias, no sentido de *dowstream*, os pacotes são enviados via *broadcast* para todas as ONUs, que seleciona qual é o seu pacote e descarta os demais. Já no sentido de *upstream*, ambos adotam o *TDM*, onde no EPON cada ONU transmite os quadros *ethernet* para a OLT com intervalos de tempo de transmissão diferentes, atribuídos pela OLT. No GPON, o que difere é o formato do quadro de informação, que contém células ATM, que divide os pacotes de dados em 53 até 1518 *bytes*.

Isto posto, analisando-se a complexidade da rede a ser implementada na UFRN, optou-se por utilizar-se da tecnologia GPON, pois viu-se que a tecnologia EPON é mais aplicada para operações menores e menos complexas e com menor quantidade de serviços agregados.

Dessa forma, com a implementação de uma rede óptica GPON, o Campus, pode-se utilizar de diversos serviços e aplicações na mesma rede instalada. Ademais, com o uso da tecnológica GPON, será obtida uma maior eficiência na transmissão dos dados, pois apenas 7% dos dados transmitidos não são informações úteis.

3.2.3. REDES GPON (ITU-T G.984)

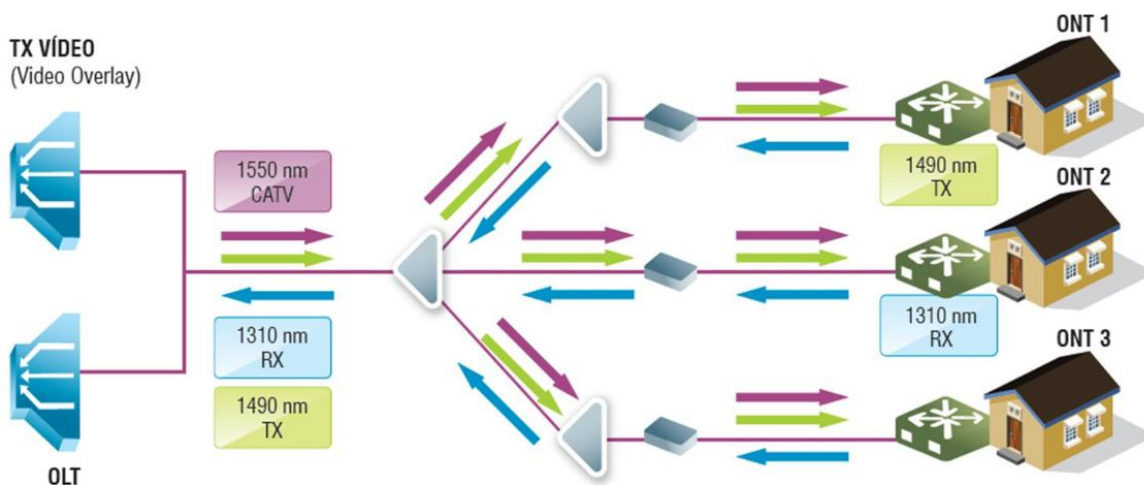
O Setor de Normalização das Telecomunicações da União Internacional de Telecomunicações (*Internacional Telecommunications Union – Telecommunication Sector - ITU-T*) começou a trabalhar no padrão GPON no ano de 2002. A principal motivação

para criação do GPON era fornecer maior largura de banda, maior eficiência para serviços IP e uma especificação completa e adequada para oferecer qualquer tipo de serviço.

A GPON encontra-se padronizada no conjunto de recomendações ITU-T G.984.x ($x = 1, 2, 3, 4, 5, 6$). As primeiras recomendações apareceram durante o ano de 2003 e 2004, tendo ocorrido diversas atualizações posteriores. O padrão proporciona uma estrutura de *frame* entre 622Mbps e 2,5Gbps, com suporte de taxas de *bit* assimétrica. Na atualidade a velocidade mais utilizada pelos fornecedores de tecnologia é de 2,488Gbps no sentido de *downstream* e de 1,244 Gbps no sentido *upstream*. Nas redes de acesso têm-se uma abundância de protocolos e serviços, onde GPON utiliza o método de encapsulamento da informação GEM (GPON *Encapsulation Method*) que permite suporte a qualquer tipo de protocolo (*Ethernet*, *TDM*, *ATM*). (BONILLA, 2008)

As redes GPON são totalmente passivas, sem repetidores dentro da rede e sem fontes de energia intermédias, unicamente usam-se *splitters*, acopladores e atenuadores. Toda a informação é transmitida bidirecionalmente sob uma única fibra. Utilizam-se dois comprimentos de onda diferentes, uma para a informação de *downstream* e uma para a informação de *upstream*, mostrado na Figura 11. A informação no canal de *downstream* é transmitida em modo *broadcast*, isto é que a informação é transmitida para todos os elementos da rede.

Figura 11 - Rede Óptica passiva Gigabit- GPON



Fonte: Furukawa Industrial S.A. Acesso em: maio 2018

Como a informação chega a todos os usuários, é necessário utilizar um sistema de criptografia para manter a privacidade das comunicações. No canal de retorno (*upstream*) a transmissão é realizada utilizando o protocolo de acesso múltiplo *TDMA*, onde cada elemento da rede tem uma fatia de tempo específico para transmitir, permitindo que um mesmo canal de transmissão, neste caso o mesmo comprimento de onda, seja compartilhado por vários usuários. Na transmissão as redes GPON usam o comprimento de onda ⁸de 1490 nm e na recepção 1310 nm⁹. Na transmissão de vídeo, usa-se o comprimento de onda de 1550 nm.

⁸ Define-se como Comprimento de Onda (λ), cuja unidade, será definida como nm ao produto da Velocidade (C_{vac}) pelo inverso da Frequência (f) cuja unidade, será definida como GHz.

⁹ nm = 10^{-9} m.

4. DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA INSTALADO

Este capítulo objetiva detalhar as condições atuais do sistema de gerenciamento de energia elétrica, instalado no Campus Central da UFRN. Inicia-se com a demonstração do perfil de consumo de energia, com detalhamento das despesas dos últimos 4 anos e projeção futura para o ano de 2018. Posteriormente, verifica-se as condições de funcionamento do sistema e os problemas encontrados. Na explanação do sistema atual, verifica-se a necessidade imediata do projeto de modernização da rede de medição e controle instalada.

4.1. PERFIL DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NA UFRN

A Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, através da Resolução Nº 414/2010 estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica, com as definições de grupos de consumidores e classes de consumo de energia.

Os Consumidores são divididos em dois grupos, de acordo com a tensão de alimentação que eles recebem. Sendo o Grupo A as unidades consumidoras que recebem tensão elétrica $\geq 2,3$ kV e o Grupo B, as unidades consumidoras com recebimento de tensão $<$ que 2,3 kV.

O Campus Central é unidade consumidora do subgrupo A3, sendo que até junho de 2016, o mesmo era do Subgrupo A4, recebendo alimentação em 13,8 kV. A partir de julho de 2016 o Campus passou para o Subgrupo A3, recebendo tensão de alimentação em 69 kV, com a inauguração da Subestação geral do Campus Central (SE Campus Central).

4.1.1. Consumo atual de energia elétrica

Realizou-se levantamento do consumo do Campus, entre os anos de 2014 á 2017 e uma estimativa de consumo para o ano de 2018, com previsão de crescimento da demanda em 7% e aumento da tarifa de energia em 15%. As Tabelas de 5 a 8, descritas no Anexo A, mostram o consumo de energia de cada mês em MWh e em reais (R\$).

No Anexo B, têm-se o detalhamento de consumo na forma de gráfico, onde no Gráfico 1, apresenta-se o comparativo do consumo em MWh dos anos de 2014 a 2017. Da sua análise, percebe-se que nos meses de janeiro e junho o Campus tem uma queda no consumo correspondente aos meses de férias. Nos demais meses, pode-se constatar consumos aproximados para os anos de 2014, 2015 e 2016.

Já o ano de 2017, apresenta-se com maior consumo em relação aos demais anos analisados, com valores de consumos expressivos nos meses de março, abril, maio, outubro e dezembro.

O Gráfico 2, anexo B, apresenta os valores efetivamente pagos em reais (R\$) nos anos de 2014 a 2017, podendo-se perceber uma grande discrepância nos valores mensais nos anos analisados. No Gráfico 1, foi detectado que o consumo entre os anos de 2014 e 2016 foi bem próximo. No entanto, pode-se perceber que no faturamento dos referidos anos, o valor pago em 2014 foi o menor e em 2015 foi o maior.

Essa discrepância entre os valores dos anos de 2014 e 2015 é decorrente de pagamento de ajustes por baixo fator de potência, ou por excesso de potência reativa, pela entrada em operação de novas instalações, além de outros fatores que precisam ser medidos, por influenciarem diretamente nas faturas de energia elétrica.

Mesmo considerando o consumo de energia ativa estável, percebe-se também uma queda significativa desses valores a partir de julho de 2016, decorrente da entrada em operação da subestação de 69 kV, com a consequente redução das tarifas, da ordem de R\$ 350.000,00

Já no ano de 2017, entre os meses de janeiro a abril, obteve-se uma redução do faturamento, mas no mês de maio, teve-se um aumento de aproximadamente R\$ 300.000,00 em relação ao mês anterior. E nos meses de outubro, novembro e dezembro o aumento voltou a ocorrer, face à entrada de novas cargas de edifícios inaugurados.

Analisando-se os valores totais pagos entre os anos de 2014 e 2017, percebe-se que entre os anos de 2014 e 2015, ocorreu um aumento de R\$ 3.545.649,54, mesmo com consumos muito próximos em MWh. No ano de 2016, observa-se uma queda no faturamento devido a mudança de grupo de consumidor e de contrato entre a UFRN e a Concessionária, que ocorreu em julho do referido ano. Em 2017 o faturamento foi próximo ao ano de 2016, que poderia ter sido menor, tendo em vista que durante todo o ano de 2017 a universidade já era consumidora em 69 kV e em 2016 a universidade usufruiu da subestação por apenas 6 meses.

4.1.2. Projeção futura de consumo

A partir dos dados de consumo dos anos anteriores, realizou-se uma estimativa de consumo do ano de 2018. Na concepção, foi adicionado, conforme levantamento interno realizado, um crescimento de 7% decorrente da entrada de novas unidades consumidoras e

levou-se em consideração o aumento tarifário a partir de abril de 2018, correspondente a aproximadamente 15%, para cálculo da projeção de custos da energia.

A Tabela 9, Anexo C, mostra a projeção do consumo para o ano de 2018, com os aumentos previstos, com uma projeção de consumo de aproximadamente 1,8MWh a mais que o ano de 2017. Além disso, conforme visto no Anexo D, com o aumento da tarifa em relação ao ano anterior, têm-se uma previsão de aumento em reais de mais de R\$ 2,3milhões no ano.

Após analisar os dados de consumo do Campus Central, é perceptível a necessidade do gerenciamento efetivo do consumo de energia de cada prédio, para realização do monitoramento das grandezas elétricas e acompanhar o perfil histórico das medições de cada unidade consumidora. Com essa ação, pode-se reduzir custos ocasionados por multas de ultrapassagem de demanda e fator de potência, eficientizar o uso de energia e consequentemente, reduzir os valores das contas de energia elétrica.

Além de reduzir os valores das faturas, com o sistema de medição em completo funcionamento, ter-se-á ganho de produtividade, de vez que se poderá realizar toda a coleta de dados através da rede de comunicação, evitando o uso de leituristas para coleta de dados de consumo e demanda dos mais de 180 edifícios existentes no Campus Central. O sistema também facilita a manutenção e a operação de toda a planta instalada.

4.2. SITUAÇÃO ATUAL DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

O sistema de gerenciamento de energia atualmente instalado no Campus Central é composto de 76 equipamentos de medição e de análise da qualidade da energia. A Tabela 3 apresenta a relação dos equipamentos, com informações da numeração, Zona, Localização, endereçamento IP e *Status* de funcionamento, a partir de levantamentos técnicos realizados nos períodos de março a agosto de 2017, pela empresa World Telecom e pela Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE). Mas, como as mudanças nas condições de funcionamento dessas instalações são permanentes, optou-se por realizar-se levantamento momentâneo dessas condições, visando unicamente apresentar a degradação ocorrida nesse sistema, a fim de melhor caracterizar a ausência quase total de manutenção, com a sua consequente deterioração.

Analisando-se a Tabela 3, Apêndice A, pode-se observar, que dos 76 equipamentos de medição existentes, apenas 30 deles estão comunicando-se com o centro de coleta de dados, o que corresponde a 39% do sistema. Ou seja, 46 equipamentos apresentam algum tipo de erro, o que inviabiliza a disponibilização de dados através do sistema de gerenciamento de energia.

Já na Tabela 4, anexa, têm-se a relação dos problemas encontrados nos equipamentos de medição, que causam a falta de comunicação com o centro de Operação e Informação do Sistema (COI). Percebe-se que dos 76 equipamentos de medição, 8 unidades estão queimadas, 7 unidades foram removidas, 8 unidades estão apagadas, 3 não foram encontrados e 50 equipamentos encontram-se funcionando.

No entanto, dos 50 equipamentos que encontram-se funcionando, apenas 30 unidades estão comunicando-se com o COI, conforme visto na Tabela 6. A falta de comunicação dos equipamentos deve-se ao fato dos problemas encontrados na rede de comunicação, tais como ausência de rede, cabos rompidos, conectorização incorreta e uso de cabeamento incorreto, para o ambiente das instalações.

Entre as salas de *racks* e os equipamentos de medição, a rede faz uso de cabo de rede UTP¹⁰, que não possui imunidade contra EMI¹¹ e RFI¹², existentes no local. Essas influências são geradas por motores, inversores, transformadores, rádios e fiação da rede elétrica, através da geração de campos magnéticos.

Na Figura 12 têm-se imagens dos ambientes das subestações, que mostram que o acesso dos cabos foi realizado sem a proteção de qualquer infraestrutura, juntamente com os cabos de energia de grandes seções nominais, no leito da rede elétrica. Essa maneira de instalar terminou por esmagar os cabos da rede lógica, produzir ruídos e inviabilizar totalmente a comunicação.

Figura 12 - Rede de comunicação acessando subestação do CB e SE da Zona 1



Fonte: Visita Técnica realizada pelo Autor em (março de 2018).

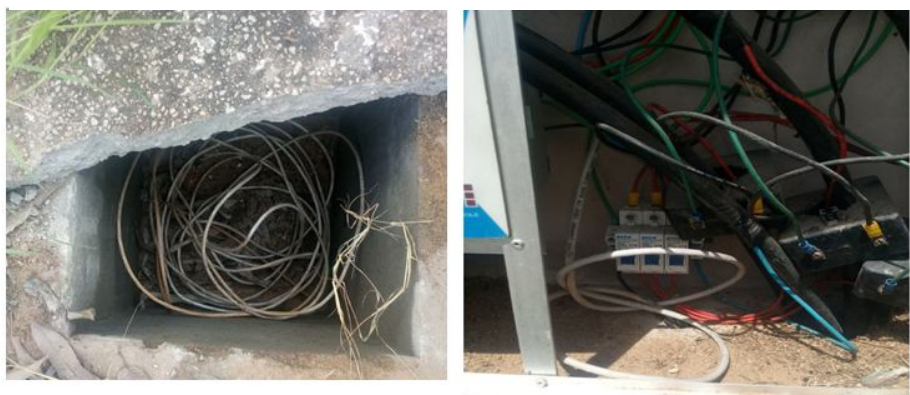
¹⁰ Par Trançado sem blindagem (*Unshielded Twisted Pair* - UTP)

¹¹ Interferências eletromagnéticas (*Electromagnetic interference* - EMI)

¹² Interferências de radiofrequências (*Radio-frequency interference* - RFI)

A Figura 13 permite a visualização das muretas e quadros geral, com os cabos que chegam aos equipamentos, advindos de caixas externas, sem a devida proteção, conforme Figura 8, com acesso de roedores e demais insetos, em tubulação compartilhada com a rede elétrica, sofrendo intempéries e outras influências ambientais.

Figura 13 - Rede de comunicação chegando à mureta da COMPERVE/UFRN



Fonte: Visita Técnica realizada pelo Autor em (março de 2018).

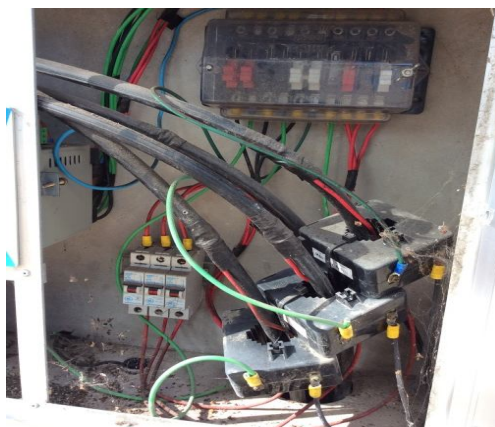
Nas instalações do sistema de gerenciamento atual, observam-se as condições ofertadas para os equipamentos. Nas Figuras 14 e 15, obtidas em visitas técnicas realizadas em março de 2018, constatou-se que as subestações e muretas, possuem alto grau de partículas dispersas, insetos vivos e mortos, quadros sem fechamento, umidade e altas temperaturas, decorrentes de falta de manutenções preventivas e corretivas periódicas.

Figura 14 - Presença de resíduos de insetos e partículas em mureta e SE



Fonte: Visita Técnica realizada pelo Autor em (março de 2018).

Figura 15 - Partículas de sujeira presentes na mureta do CCK instalado nas proximidades da piscina



Fonte: Visita Técnica realizada pelo Autor em (março de 2018).

Na Figura 16, têm-se restos de animais mortos em disjuntores da subestação abrigada do CCHLA, essas condições podem gerar acidentes elétricos e causar danos nos equipamentos, sejam eles de medição, de proteção ou das outras áreas da subestação. Verificou-se também visores de equipamentos de medição queimados.

Figura 16 - Restos de animais em disjuntores da SE do CCHLA e do CCK instalado no LARHISSA



Fonte: Visita Técnica realizada pelo Autor em (março de 2018).

Aferiu-se, junto com a equipe de manutenção do Campus Central, que alguns equipamentos queimados, decorriam das altas temperaturas presentes no ambiente, que estão acima das preconizadas pelos fabricantes dos equipamentos.

Ainda, outro fato verificado foi à questão de algumas edificações possuírem mais de um alimentador, em alguns casos, vindo de subestações diferentes, pertencentes a outros centros de custos. Com isso, alguns equipamentos de medição instalados, medem apenas parte do consumo da referida edificação. A Figura 17 mostra disjuntores localizados na subestação

do edifício do departamento de geologia sem identificação. O mesmo ocorre em outras subestações, gerando coleta de informações imprecisas e dúvidas nas informações medidas.

Figura 17 - Disjuntores sem identificação instalados em SE do departamento de geologia



Fonte: Visita Técnica realizada pelo Autor em (março de 2018).

Outro aspecto que gera imprecisão nas informações são os defeitos existentes nos transformadores de corrente (TC), mostrados na Figura 18. Os TCs usados no sistema de medição, em parte encontram-se defeituosos e possuem classes de exatidão diferentes.

Figura 18 - Transformadores de corrente danificados ou imprecisos



Fonte: Visita Técnica realizada pelo Autor em (março de 2018).

Constatou-se, também, divergências entre a localização real do equipamento, e a definida no *software* de coleta de informações. Essa discrepância pode ser fruto das mudanças constantes nas edificações e na priorização da medição de determinada unidade. Mas, nessa condição, o sistema encontra-se medindo um determinado prédio e gerenciando outro, o que pode acarretar prejuízos na distribuição de rateios das referidas contas de energia.

5. PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DA REDE DE MEDIÇÃO ELÉTRICA

Tendo por base as premissas e considerações a seguir realizadas, este capítulo trata do desenvolvimento do projeto de modernização do sistema de medição e controle do Campus Central da UFRN, com projeção da rede de comunicação, fazendo-se uso da tecnologia GPON e setorização do sistema de medição de energia elétrica por centro de custos, realizando-se a detalhada descrição dos equipamentos que comporão essa rede, além dos condutores, que nela serão utilizados, caracterizando-se os tipos e meios físicos.

Trata-se também da maneira que será adotada para a total integração ao Centro de Operação COI e do sistema *SCADA* a ser implementado, a fim de permitir a comunicação integral entre os multimedidores a serem instalados nas diversas edificações e este Centro.

Apresenta-se ainda a forma de integração de todos esses prédios e o protocolo de comunicação a ser adotado para a comunicação de dados. Na sequência, são apresentados os projetos detalhados do sistema e custos envolvidos para a completa execução do presente projeto.

5.1. CONSIDERAÇÕES E PREMISSAS BÁSICAS

Para se atingir plenamente os resultados esperados na concepção do projeto de modernização do Sistema de medição e controle do Campus Central, faz-se necessário a obediência às normas e princípios ou premissas. Para tanto, relaciona-se a seguir os principais elementos os que deverão nortear as ações do executor do projeto, conforme detalhamento a seguir.

5.1.1. PREMISSAS BÁSICAS

Na concepção deste projeto foram adotadas as seguintes premissas:

- Optou-se pela modernização do sistema de medição fazendo-se uso do fabricante CCK, pois a UFRN possui 77 equipamentos deste fabricante e caso fosse utilizado outro fabricante, não existiria compatibilidade técnica entre os mesmos. Dessa forma seria necessária a utilização de dois sistemas diferentes para medição e controle do sistema de energia elétrica. Além disso, o fabricante CCK possui um dos melhores produtos do mercado, com excelente custo benefício para as diversas funcionalidades disponíveis no produto;
- Os multimedidores instalados no Campus Central são do modelo CCK 7550E, que foi descontinuado. Assim optou-se pela atualização dos produtos existentes, junto ao

fabricante, tornando-se assim o modelo CCK 7550S, que é certificado junto a ONS, para prover medição válida dos parâmetros de VTCD¹³, flutuações de tensão, corrente fundamental e harmônica. Esse modelo de equipamento foi utilizado nas grandes edificações, que necessitam da medição das grandezas básicas e das adicionais listadas;

- Nas edificações de menor porte, optou-se por usar o CCK 4400ME que medirá as grandezas necessárias (Tensão, corrente, potência, Frequência e FP) e possui baixo custo;
- Setorização do sistema de gerenciamento de energia, por edificações/centros de custos, de forma que a coleta das informações de medição possibilite as tomadas de decisões de forma precisa;
- Com a setorização da medição, pode-se atuar de forma a aumentar a eficiência energética e a redução de custos, através de análise e atuação sobre os problemas, em tempo real;
- Utilização de rede ótica *GPON*, para transporte de sinais, proporcionando segurança, disponibilidade e interoperabilidade. Além disso, a rede projetado pode ser usada para implementação de diversas outras funcionalidades, tais como, Telecomandos, redução de perdas, segurança e dados administrativos;
- Atendimento em fibra ótica, até a última milha, evitando todas as interferências presentes no meio;
- Eliminação de cabos de rede de par trançado não blindado, evitando-se interferências;
- Remoção das medições em muretas, evitando-se exposição dos medidores às intempéries.
- Alocação dos equipamentos de medição nas subestações abrigadas, permitindo que uma única fibra atenda a uma grande quantidade de medidores;
- Alocação dos medidores nos quadros principais dos prédios, que possuem quadros gerais internos e protegidos;
- Uso de transformadores de corrente com classe de precisão, padronizadas, de acordo com a corrente a ser medida e finalmente,
- Utilização de *Software* de gestão *web*, podendo a informação ser acessada de qualquer terminal, presente no Campus Central;

¹³ Desvio significativo da amplitude do valor eficaz da tensão em intervalo de tempo compreendido entre 16,67ms (1 ciclo) e 3(três) minutos.

5.2.PROJETO DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE ENERGIA ELÉTRICA

Como informado anteriormente, a concepção do projeto foi baseada nas 6 Zonas físicas existentes no Campus, com mapeamento de todas as edificações existentes, subestações abrigadas e aéreas, quadros gerais e os respectivos centros de custos. O sistema de medição e controle de energia elétrica enviará informações através de uma infraestrutura de comunicação óptica de tecnologia GPON, conforme topologia mostrada na Figura 19.

Figura 19 - Topologia do Projeto de *Smart Meter*



Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

Na inexistência de quadro geral, os medidores foram alocados em subestações abrigadas e, em último caso, em muretas, sendo necessária a realização de manutenção preventiva e corretiva nas instalações. Em alguns prédios de pequeno porte e nas subestações, exceto a principal, não ocorrerá medição, por não ser viável a instalação de medidores inteligentes, tendo em vista o baixo consumo de eletricidade das mesmas, ficando essas despesas para o centro de custo da Administração Central.

5.2.1. ZONA 1

Na Zona 1, visitou-se 18 edificações, listadas na Figura 20, sendo realizada análise de existência de quadro geral em ambiente adequado, para verificação de melhor local para instalação dos equipamentos de medição. Na visita técnica, constatou-se que os prédios do Almoxarifado da Funpec/Comissão permanente de ética (CPE), Anfiteatro e Templo

Ecumênico, não haveria possibilidade de realização de medição setorial, tendo em vista que as alimentações dos referidos prédios possuem origem diversas e desconhecidas. O prédio do INPE, não contempla medição, pois o mesmo possui subestação própria, independente da rede elétrica do Campus Central.

Realizaram-se testes e desligamentos, mais não foram encontradas as origens da alimentação de energia. Contudo, como todas as edificações pertencem ao centro de custo da administração central, julgando-se não haver grande prejuízo, tendo em vista que com setorização das despesas, os consumos que sobejarem, serão imputados a Administração Central.

Figura 20 - Quadro de alocação dos medidores de energia nas edificações por centro de custo da Zona 1

EDIFÍCIO	EQUIP MEDIÇÃO	FABRICANTE	MODELO	LOCAL	CENTRO DE CUSTO
COMPERVE	Z1.MED1	CCK	7550 E/S	QG Comperve	Adm. Central
ALMOX FUNPEC / CPE	S/M	S/M	S/M	S/M	Adm. Central
RE 101	Z1.MED2	CCK	4400 ME	QG RE101	Adm. Central
INPE	S/M	S/M	S/M	S/M	Adm. Central
FUNPEC	Z1.MED3	CCK	4400ME	SE101	Adm. Central
DAS	Z1.MED4	CCK	7550 E/S	QG DAS	Adm. Central / DDP
DDP1	Z1.MED5	CCK	7550 E/S	SE101	Adm. Central / DDP
DDP2	Z1.MED6	CCK	7550 E/S	SE101	Adm. Central / DDP
DTO	Z1.MED7	CCK	4400	QG DTO	Adm. Central / PROAD
SE 101 (abrigada)	S/M	S/M	S/M	S/M	Adm. Central / SIN
Anfiteatro	S/M	S/M	S/M	S/M	Adm. Central / SIN
Templo Ecumênico	S/M	S/M	S/M	S/M	Adm. Central / SIN
DEART1	Z1.MED8	CCK	7550 E/S	SE101	CCHLA
DEART2	Z1.MED9	CCK	7550 E/S	QG DEART2	CCHLA
Estação Climatológica	Z1.MED10	CCK	4400ME	QG ESTAÇÃO	CCHLA
NEI 1 / NEI 2	Z1.MED11	CCK	7550 E/S	QG MURETA	CE
SEDIS	Z1.MED12	CCK	7550 E/S	QG SEDIS	CE
Escola de Música	Z1.MED13	CCK	7550 E/S	QG EM	Independente

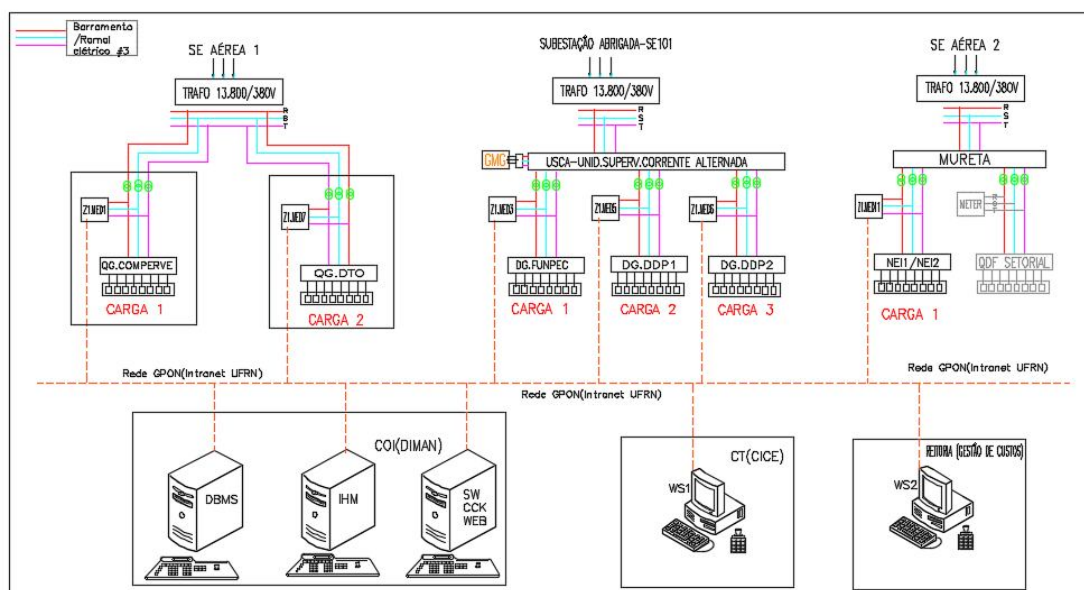
Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

Os medidores que atendem à FUNPEC, DDP1, DDP2 e DEART1, serão alocados/mantidos na subestação abrigada (SE101), tendo em vista, a não existência de único quadro geral, otimizando-se também o uso dos cabos de fibra óptica e de medidores. Caso os mesmos sejam mantidos nos prédios, seriam necessários vários medidores para uma única edificação, bem como um cabo de fibra óptica da Rede GPON para atendê-los.

Assim, para correto gerenciamento, eficiência e redução de custos, foram designados treze medidores de energia elétrica para atender as edificações da Zona. Com essa divisibilidade, ter-se-á medição inteligente em 80% dos prédios desta Zona, com divisibilidade por centro de custo e unidade administrativa.

Na Figura 21, tem-se o modelo funcional da instalação dos medidores e transformadores de corrente, em quadros gerais, subestações e muretas. Pode-se visualizar que os medidores enviaram dados, a partir da rede de comunicação, podendo esses dados, serem coletados de qualquer parte da rede interna da UFRN. Assim, os diversos setores terão acesso às informações necessárias para atuarem sobre as demandas de energia elétrica desta Zona.

Figura 21 - Detalhe funcional da instalação dos medidores de energia em subestações, muretas e quadros gerais na Zona 1



Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

Na prancha Tipo 2 - 1/6 encontra-se a simbologia do projeto, detalhe funcional da rede de comunicação dos equipamentos de medição, que podem estar instalados em subestações, quadros gerais ou muretas. Na prancha Tipo 1- 1/6 do projeto detalha-se a posição dos equipamentos de medição por Zona do Campus Central. As pranchas encontram-se anexas.

5.2.2. ZONA 2

Na Zona 2, foram visitadas 25 edificações, listadas na Figura 22, sendo realizada análise de existência de quadro geral em ambiente adequado, para escolha do local de instalação dos equipamentos de medição inteligente. Apenas as subestações desta Zona ficaram sem medição setorizada, conforme justificado anteriormente.

Figura 22 - Alocação dos medidores de energia nas edificações por centro de custo da Zona 2

EDIFÍCIO	EQUIP MEDIÇÃO	FABRICANTE	MODELO	LOCAL INSTALAÇÃO	CENTRO DE CUSTO
NUPLAM	Z2_MED1	CCK	7550 E/S	QG-NUPLAM	Adm. Central
Divisão de Segurança Patrimonial	Z2_MED2	CCK	7550 E/S	MURETA-EDIT	PROAD
Arquivo Geral					PROAD
Departamento de Material e Patrimônio					PROAD
Editora Universitária					PROAD
Almoxarifado Central					PROAD
CPL					PROAD
Depósito de Materiais Inservíveis					PROAD
Divisão de Patrimônio					PROAD
Almoxarifado de Gases					PROAD
Central de Material de Construção					PROAD
RE 201	Z2_MED3	CCK	4400 ME	QG-RE201	SIN
SE 201	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
SE 202	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
Subestação Elétrica 69	Z2_MED4	CCK	6700E	QG-SE69kV	SIN
Subestação Elétrica 69	Z2_MED10	CCK	7550E/S	QG-SE69kV	SIN
Depósito de Resíduos Radioativos	Z2_MED5/Z2_MED6		7550 E/S	SE201	CB
Centro de Biociências					CB
Biotério					CB
Núcleo de Primatologia					CB
Laboratório de Botânica					CB
Núcleo de Entomologia					CB
SAPEC					CB
Laboratório de Ecologia	Z2_MED7		4400 ME	SE202	CB
DECOL					CB
Genética	Z2_MED8		7550 E/S	SE202	CB
Museu de Ciências Morfológicas	Z2_MED9		4400 ME	QG-MUSEU	CB

Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

Nesta Zona, realizou-se a setorização permitida pelas instalações elétricas existentes. O Prédio do NUPLAM, pertencente à Administração Central, possuirá uma medição. Já no caso do centro de custo da PROAD, ter-se-á uma única medição para as 10 edificações existentes, pois os mesmos são alimentados por uma subestação aérea e a partir da mesma existem diversas derivações conhecidas e desconhecidas. Mas, como os prédios possuem atividades e consumos aproximados, isso não ocasionará problemas na divisibilidade dos custos.

Fato parecido ocorre nos prédios do Centro de Biociências-CB, que possui 11 edificações e possuirá 5 medidores. Prédios de grande consumo, como Departamento de ecologia, Genética e Museu, terão medições próprias. Já os prédios de consumo ínfimo terão suas medições acopladas ao prédio principal de aulas do CB.

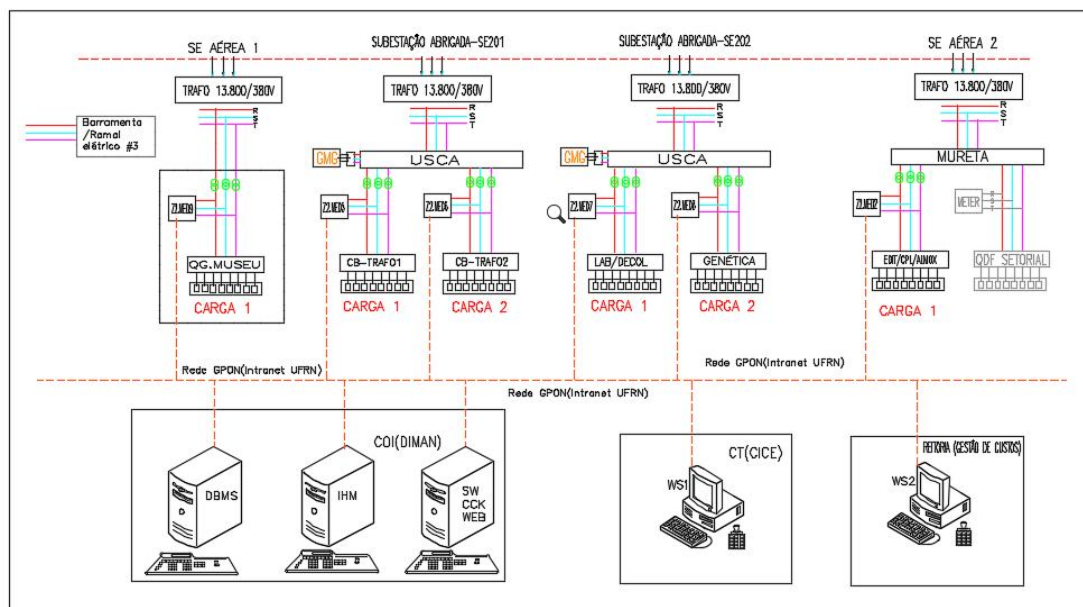
Contudo, como todas as edificações pertencem ao centro de custo do CB, o que não acarreta grandes prejuízos às medições.

A subestação de 69kV que alimenta todo o Campus Central localiza-se nesta Zona. Na mesma alocou-se um medidor para coleta do consumo de energia da edificação e um gerenciador de energia, para medição da energia elétrica entregue pela concessionária de energia.

Portanto, para correto gerenciamento, eficiência e redução de custos, foram designados 9 medidores de energia elétrica para atender as edificações da Zona 2. Com essa divisibilidade, ter-se-á medição inteligente em 100% dos prédios desta Zona.

A Figura 22 mostra o diagrama funcional da instalação dos medidores inteligentes na Zona 2.

Figura 23 - Detalhe funcional da instalação dos medidores de energia em subestações, muretas e quadros gerais na Zona 2



Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

Nesta zona, os medidores serão alocados em mureta, no caso do centro de custo da Pró-reitora de Administração-PROAD, em subestações abrigadas, unidades do CB e Quadro geral de alimentação, no caso do Núcleo de Pesquisa em Alimentos e Medicamentos –

NUPLAM. Semelhante ao mostrado na Figura da Zona 1, os dispositivos da Zona 2, podem ser visualizados pelo gerenciamento principal da rede, pela Comissão de Conservação de energia, docentes, discentes ou qualquer outro usuário autorizado.

Na prancha Tipo 2 - 2/6 encontra-se a simbologia do projeto, detalhe funcional da rede de comunicação dos equipamentos de medição, que podem estar instalados em subestações, quadros gerais ou muretas. Na prancha Tipo 1 - 2/6 do projeto detalha-se a posição dos equipamentos de medição por zona do Campus Central. As pranchas encontram-se anexas.

5.2.3. ZONA 3

A Zona 3 possui a maior dimensão de edificações do Campus Central e o maior consumo de energia elétrica, sendo composta por 67 edificações, que são divididas em cinco grandes centros de custos. No total de edificações, incluem-se as 13 subestações abrigadas que não possuirão sistema de medição. A Figura 24 mostra a setorização implementada para esta Zona.

Figura 24 - Quadro de alocação dos medidores de energia nas edificações por centro de custo da Zona 3

EDIFÍCIO	EQUIP MEDIÇÃO	FABRICANTE	MODELO	LOCAL INSTALAÇÃO	CENTRO DE CUSTO
SE 301	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
SE 302	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
SE 303	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
SE 304	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
SE 305	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
SE GEOL	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
SE ALIM	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
SE TEXT	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
SE NTI	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
SE BCT	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
SE CTEC	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
RE 301	Z3.MED3	CCK	4400ME	QG-RE301	SIN
RE 302	Z3.MED4	CCK	4400ME	QG-RE302	SIN
CANTINA III/IV	Z3.MED1	CCK	4400ME	SE 301	ADMIN CENTRAL
SINFO	Z3.MED2	CCK	7550E/S	SE 303	ADMIN CENTRAL
CANTINA BCT	Z3.MED55	CCK	4400ME	SE BCT	ADMIN CENTRAL
SETOR III	Z3.MED5	CCK	7550E/S	SE 301	CCET
LAB RESSO MAG	Z3.MED6	CCK	4400ME	SE 302	CCET
NUPEG	Z3.MED7	CCK	4400ME	SE 304	CCET
LAB I QUIMICA	Z3.MED8	CCK	7550E/S	SE 302	CCET
ANFITEATRO	Z3.MED9	CCK	4400ME	SE 301	CCET
NUPER	Z3.MED10	CCK	7550E/S	QG NUPER	CCET
LAB II QUIMICA	Z3.MED11	CCK	7550E/S	SE 302	CCET
ADMIN CCET 1	Z3.MED12	CCK	7550E/S	SE 302	CCET
ADMIN CCET 2	Z3.MED13	CCK	7550E/S	SE 302	CCET
DIMAP	Z3.MED14	CCK	7550E/S	SE 303	CCET
LAB I FISICA	Z3.MED15	CCK	7550E/S	SE GEO	CCET
OF DE FISICA	Z3.MED16	CCK	4400ME	SE GEO	CCET
DEP FISICA	Z3.MED17	CCK	7550E/S	SE GEO	CCET
LAB II FISICA	Z3.MED18	CCK	7550E/S	SE GEO	CCET
LAB GEOQUIMICA	Z3.MED19	CCK	4400ME	SE GEO	CCET
LAB GEOL 1	Z3.MED20	CCK	7550E/S	SE GEO	CCET
LAB GEOL/GEO 1	Z3.MED21	CCK	7550E/S	SE GEO	CCET
LAB ANÁL EST	Z3.MED22	CCK	7550E/S	SE GEO	CCET
NÚC EST PG	Z3.MED23	CCK	7550E/S	SE 302	CT
LAB ANÁL PETR	Z3.MED24	CCK	7550E/S	SE TEXT	CT

LAB AV. MED	Z3.MED25	CCK	7550E/S	QG-LAB	CT
LAUTE	Z3.MED26	CCK	7550E/S	MUR-LAUTE	CT
LAB GEOL APL I/II	Z3.MED27	CCK	7550E/S	SE 305	CT
LAB QUIMICA	Z3.MED28	CCK	4400ME	SE 302	CT
LAB CIMENTO	Z3.MED29	CCK	4400ME	SE 302	CT
LAB GEOL/GEO II	Z3.MED30	CCK	7550E/S	SE GEO	CT
IIF	Z3.MED31	CCK	7550E/S	SE 305	CT
LABSIS	Z3.MED32	CCK	7550E/S	SE 305	CT
NUPRAR	Z3.MED33	CCK	7550E/S	QG-NUPRAR	CT
LANTRE/CATRE	Z3.MED34	CCK	4400ME	SE 304	CT
ENG ALIM	Z3.MED53	CCK	7550E/S	SE 304	CT
DA/OCA	Z3.MED35	CCK	4400ME	SE 301	CT
SETOR IV	Z3.MED36	CCK	7550E/S	SE 301	CT
BLOCO H SET IV	Z3.MED37	CCK	4400ME	SE 301	CT
LAB ARQUIT	Z3.MED38	CCK	4400ME	QG-CT	CT
LARHISSA	Z3.MED39	CCK	4400ME	QG-LARHISSA	CT
LAI	Z3.MED40	CCK	4400ME	SE NTI	CT
LECA	Z3.MED41	CCK	7550E/S	SE NTI	CT
NTI 1	Z3.MED42	CCK	7550E/S	SE NTI	CT
NTI 2	Z3.MED56	CCK	7550E/S	SE NTI	CT
EXP EN ALIM	Z3.MED43	CCK	4400ME	SE TEXT	CT
LAB TEC TEXTIL	Z3.MED44	CCK	4400ME	SE TEXT	CT
ED BCT T1	Z3.MED45	CCK	7550E/S	SE BCT	CT
ED BCT T2	Z3.MED46	CCK	7550E/S	SE BCT	CT
ENG QUIMICA	Z3.MED47	CCK	7550E/S	SE 304	CT
CTEC	Z3.MED48	CCK	7550E/S	SE CTEC	CT
ADMIN CT	Z3.MED49	CCK	7550E/S	QG-CT	CT
LIME	Z3.MED50	CCK	7550E/S	SE NTI	CT
NPITI 1	Z3.MED51	CCK	7550E/S	QG-NPITI 1	IMD
NPITI 2	Z3.MED52	CCK	7550E/S	QG-NPITI 2	IMD
NIPPIT (CONST)	Z3.MED54	CCK	7550E/S	QG-NPPIT	IMD

Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

Esta Zona foi totalmente setorizada de acordo com as edificações e centros de custos. As edificações dos reservatórios elevados (RE 301 e RE 302), pertencentes ao centro de custo do SIN, possuirão uma medição cada, tendo-se assim a medição total desse centro. No caso do Centro de custo da Administração Central, ter-se-á também uma medição para cada edificação, com setorização total do consumo.

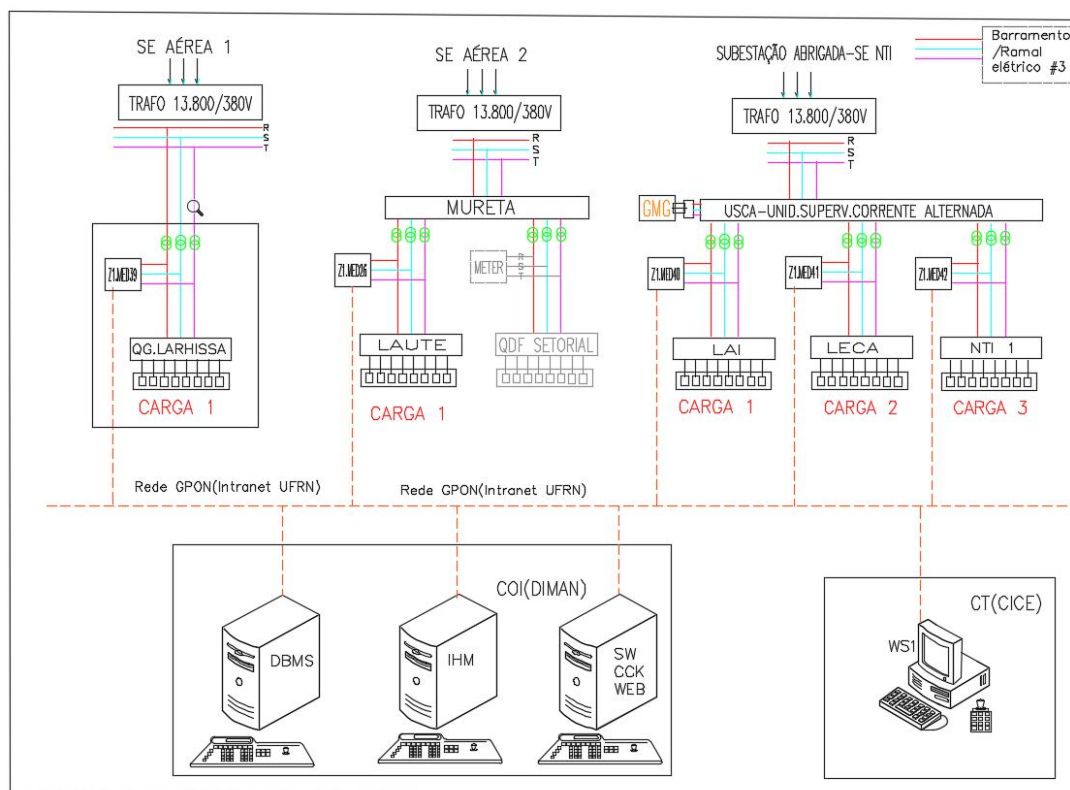
O centro de custo do CCET possui a maior densidade de consumidores e foi totalmente setorizado. No caso do centro de custos do CT que possui 13 edificações, o mesmo foi setorizado em sua maioria, restando apenas os prédios do NTI, que não possuirão medições separadas, pois as instalações elétricas existentes não permitem a setorização da medição da edificação.

Assim realizar-se-á a medição do Núcleo de forma total, com uso de 2 medidores. Mas, como os prédios pertencem ao mesmo centro de custos, julga-se não haver prejuízo. O ultimo centro de custos, possui 2 edificações que farão uso de 3 medidores. O NPITI, fará uso de 2 medidores, por possuir 2 quadros gerais.

Assim, para correto gerenciamento, eficiência e redução de custos, foram designados 54 medidores de energia elétrica para atender as edificações da Zona 3. Com essa divisibilidade, ter-se-á medição inteligente em 100% dos prédios desta Zona.

Na Figura 25 têm-se um diagrama funcional da instalação dos medidores inteligentes na Zona 3.

Figura 25 - Detalhe funcional da instalação dos medidores de energia em subestações, muretas e quadros gerais na Zona 3



Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

Nesta zona, quase que a totalidade dos medidores serão alocados em subestações abrigadas e os demais estarão alocados em mureta e quadros gerais dos prédios. Com a alocação em subestações abrigadas, otimizou-se o uso da quantidade de fibras ópticas e medidores inteligentes.

Na prancha Tipo 2 - 3/6 encontra-se a simbologia do projeto, detalhe funcional da rede de comunicação dos equipamentos de medição, que podem estar instalados em subestações, quadros gerais ou muretas. Na prancha Tipo 1 - 3/6 do projeto detalha-se a posição dos equipamentos de medição da Zona. As pranchas encontram-se anexas.

5.2.4. ZONA 4

Na Zona 4, visitou-se 31 edificações, descritas na Figura 26, sendo realizada análise de existência de quadro geral em ambiente adequado, para verificação de melhor local para instalação dos equipamentos de medição e controle de energia. Na visita técnica, realizou-se

análise minuciosa, com o intuito de setorização de todo o consumo da referida Zona. Após estudos, apenas o prédio do centro acadêmico / Setor de prática Forense, manteve-se na mesma medição, pelo fato de ocuparem uma mesma edificação e não haver alimentação elétrica separada. No entanto, isso não acarretará em prejuízos, pois ambos pertencem ao centro de custos do CCHLA.

Figura 26 - Quadro de alocação dos medidores de energia nas edificações por centro de custo da Zona 4.

EDIFÍCIO	EQUIP MEDIÇÃO	FABRICANTE	MODELO	LOCAL INSTALAÇÃO	CENTRO DE CUSTO
Sup. de Comunicação / TVU	Z4.MED1	CCK	7550E/S	SE 401	Adm. Central
DECOM	Z4.MED2	CCK	7550E/S	SE 401	Adm. Central
DCE	Z4.MED3	CCK	4400ME	SE 401	Adm. Central
Cantina SETOR I	Z4.MED4	CCK	4400ME	SE 401	Adm. Central
Cantina SETOR V	Z4.MED5	CCK	4400ME	SE 403	Adm. Central
ADURN	Z4.MED6	CCK	4400ME	SE 404	Adm. Central
Cantina Setor II	Z4.MED7	CCK	4400ME	SE 404	Adm. Central
Centros Acadêmicos	Z4.MED28	CCK	4400ME	SE 404	Adm. Central
Ágora	Z4.MED17	CCK	7550E/S	QG-AGORA	CCHLA
Lab. Arqueologia	Z4.MED11	CCK	4400ME	SE 401	CCHLA
Centros Acadêmicos / Setor de Prática Forense	Z4.MED16	CCK	4400ME	SE 401	CCHLA
SEPA	Z4.MED12	CCK	4400ME	SE 403	CCHLA
Lab de Psicologia	Z4.MED13	CCK	4400ME	SE 403	CCHLA
ADM CCHLA	Z4.MED14	CCK	7550E/S	SE 403	CCHLA
Setor de Aulas Teóricas V	Z4.MED18	CCK	7550E/S	SE 403	CCHLA
Núcleo de estudos em PP	Z4.MED26	CCK	7550E/S	SE 403	CCHLA
CCHLA Ampl	Z4.MED27	CCK	7550E/S	SE 403	CCHLA
Setor de Aulas Teóricas II	Z4.MED15	CCK	7550E/S	SE 404	CCHLA
Núcleo de Pesquisa em Ciências Sociais II	Z4.MED24	CCK	4400ME	MURETA-NEPSA II	CCSA
Centro de Educação 1	Z4.MED22	CCK	7550E/S	SE 402A	CCSA
Centro de Educação 2	Z4.MED23	CCK	7550E/S	SE 402A	CCSA
Setor de Aulas Teóricas I	Z4.MED19	CCK	7550E/S	SE 402B	CCSA
ADMIN CCSA	Z4.MED20	CCK	7550E/S	SE 402B	CCSA
Núcleo de Pesquisa em Ciências Sociais I	Z4.MED21	CCK	4400ME	SE 402B	CCSA
Núcleo de Prática Jurídica	Z4.MED25	CCK	4400ME	SE 402B	CCSA
RE 401	Z4.MED8	CCK	4400ME	QG-RE 401	SIN
RE 402	Z4.MED9	CCK	4400ME	QG-RE 402	SIN
RE 403	Z4.MED10	CCK	4400ME	QG-RE 403	SIN
SE 402B	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
SE 403	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN
SE 404	S/M	S/M	S/M	S/M	SIN

Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

Esta Zona foi totalmente setorizada de acordo com as edificações e centro de custos. As edificações dos reservatórios elevados (RE 401, RE 402 e RE 403), pertencentes ao centro de custo do SIN, possuirão uma medição cada, tendo-se assim a medição total desse centro. No caso do centro de custo da Administração Central, ter-se-á também uma medição para cada edificação, com setorização total do consumo, incluindo cantinas, Centros acadêmicos e DCE.

5.2.5. ZONA 5

Na Zona 5, foram visitadas 37 edificações, listadas na Figura 28, sendo realizada análise de existência de quadro geral em ambiente adequado, para escolha do local de instalação dos equipamentos de medição inteligente. Apenas as subestações desta Zona ficaram sem medição setorizada, conforme justificado anteriormente.

Figura 28 - Quadro de alocação dos medidores de energia nas edificações por centro de custo da Zona 5

EDIFÍCIO	EQUIP MEDIÇÃO	FABRICANTE	MODELO	LOCAL INSTALAÇÃO	CENTRO DE CUSTO
CAS DE VEGETAÇÃO	Z5.MED1	CCK	4400ME	SE RU	Adm. Central
REAP RES CONSTRUÇÃO					Adm. Central
LAB BOT APLICADA					Adm. Central
LAB TRAT RES SÓLIDOS					Adm. Central
LAB. TRAT QUÍMICOS					Adm. Central
Vestário e Arquib Piscina / Núcleo de Yoga	Z5.MED2	CCK	4400ME	MURETA PISCINA	Adm. Central
Piscina Olímpica					Adm. Central
Apoio às Piscinas					Adm. Central
Piscina Semi-Olímpica I					Adm. Central
Piscina Semi-Olímpica II					Adm. Central
Casa de Bombas	Z5.MED3	CCK	7550E/S	SE 501	Adm. Central
SIN					Adm. Central
Residência Pós-Graduação					Adm. Central
ETE					Adm. Central
Ginásio Poliesportivo I					DAD
DEF	Z5.MED4	CCK	4400ME	QG-RESI	DAD
AMPL DEF	Z5.MED5	CCK	4400ME	QG-ETE	DAD
Parque Olímpico	Z5.MED6	CCK	4400ME	QG-DEF	DAD
Ginásio Poliesportivo II	Z5.MED7	CCK	4400ME	SE PARQUE	DAD
Residência Universitária I	Z5.MED8	CCK	4400ME	MURETA GINÁSIO	DAD
Residência Universitária II	Z5.MED9	CCK	4400ME	SE RESID	SAE
Residência Universitária III	Z5.MED10	CCK	4400ME	SE RESID	SAE
Residência Universitária IV		CCK	4400ME		SAE
Restaurante Universitário		CCK	4400ME		SAE
UATR	Z5.MED11	CCK	7550E/S	SE RU	SIN
Administração da Diretoria de Manutenção	Z5.MED12	CCK	4400ME	SE RU	SIN
Pavilhão de Manutenção de Instalações	Z5.MED13	CCK	4400ME	QG-DIMAN	SIN
Alojamento da DIMAM	Z5.MED14	CCK	4400ME	QG-DIMAN	SIN
RE 501	Z5.MED15	CCK	4400ME	QG-ALOJ	SIN
Enfermagem	Z5.MED16	CCK	4400ME	QG-RE 501	SIN
Enfermagem AMPL	Z5.MED17	CCK	7550E/S	SE 501	CCS
Fisioterapia	Z5.MED18	CCK	7550E/S	SE 501	CCS
Fisioterapia AMPL	Z5.MED19	CCK	7550E/S	QG-FISIO1	CCS
Nutrição1	Z5.MED20	CCK	7550E/S	QG-FISIO2	CCS
Nutrição2	Z5.MED21	CCK	7550E/S	SE 501	CCS
CIVTN 1	Z5.MED22	CCK	7550E/S	SE 501	CCS
CIVTN 2	Z5.MED23	CCK	7550E/S	QG-CIVTN	IMD
	Z5.MED24	CCK	7550E/S	QG-CIVTN	IMD
	Z5.MED25	CCK	7550E/S	QG-CIVTN	IMD

Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

Nesta Zona, realizou-se a análise detalhada de forma a setorizar o consumo dos prédios de grande porte. Dessa forma, teremos medição conjugada apenas no centro de custos da Administração Central e do SAE.

No caso do centro de custo da administração Central, ter-se-á uma medição para 5 edificações próximas, uma segunda medição para a área de piscinas e apoio e demais medições setorizadas para edificações de grande porte. Serão realizadas medições conjuntas, pois as instalações elétricas existentes não permitem divisibilidade. Mas, como os prédios possuem atividades e consumos aproximados, isso não ocasionará problemas na divisibilidade dos custos.

5.2.6. ZONA CENTRAL

A Zona Central é composta por quatro grandes centros, que totalizam 17 edificações, listadas na Figura 30, sendo realizada análise de existência de quadro geral em ambiente adequado, para verificação do melhor local para instalação dos equipamentos de medição inteligente. Apenas as subestações desta Zona ficaram sem medição setorizada, conforme justificado anteriormente.

Figura 30: Quadro de alocação dos medidores de energia nas edificações por centro de custo da Zona Central

EDIFÍCIO	EQUIP MEDIÇÃO	FABRICANTE	MODELO	LOCAL INSTALAÇÃO	CENTRO DE CUSTO
Reitoria/SEC PROAE	ZC.MED1	CCK	7550 E/S	SE REITORIA	ADMIN CENTRAL
	ZC.MED2	CCK	7550 E/S	SE REITORIA	ADMIN CENTRAL
CCV	ZC.MED3	CCK	4400 ME	QG-CCV	ADMIN CENTRAL
Banco do Brasil	ZC.MED4	CCK	4401 ME	QG-CCV	ADMIN CENTRAL
Caixa Econômica Federal	ZC.MED5	CCK	4402 ME	QG-CCV	ADMIN CENTRAL
Correios	ZC.MED6	CCK	4403 ME	QG-CCV	ADMIN CENTRAL
Caum	ZC.MED7	CCK	4404 ME	QG-CCV	ADMIN CENTRAL
POP	ZC.MED8	CCK	4405 ME	QG-CCV	ADMIN CENTRAL
Cooperativa Cultural	ZC.MED9	CCK	4406 ME	QG-CCV	ADMIN CENTRAL
Restaurante da APURN	ZC.MED10	CCK	4407 ME	QG-CCV	ADMIN CENTRAL
NAC	ZC.MED11	CCK	4408 ME	QG-CCV	ADMIN CENTRAL
Livraria	ZC.MED12	CCK	4409 ME	QG-CCV	ADMIN CENTRAL
Santander	ZC.MED13	CCK	4410 ME	QG-SANTANDER	ADMIN CENTRAL
BCZM	ZC.MED14	CCK	7550 E/S	QG-BCZM	ADMIN CENTRAL
Anexo BCZM	ZC.MED15	CCK	7550 E/S	QG-BCZM	ADMIN CENTRAL

Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

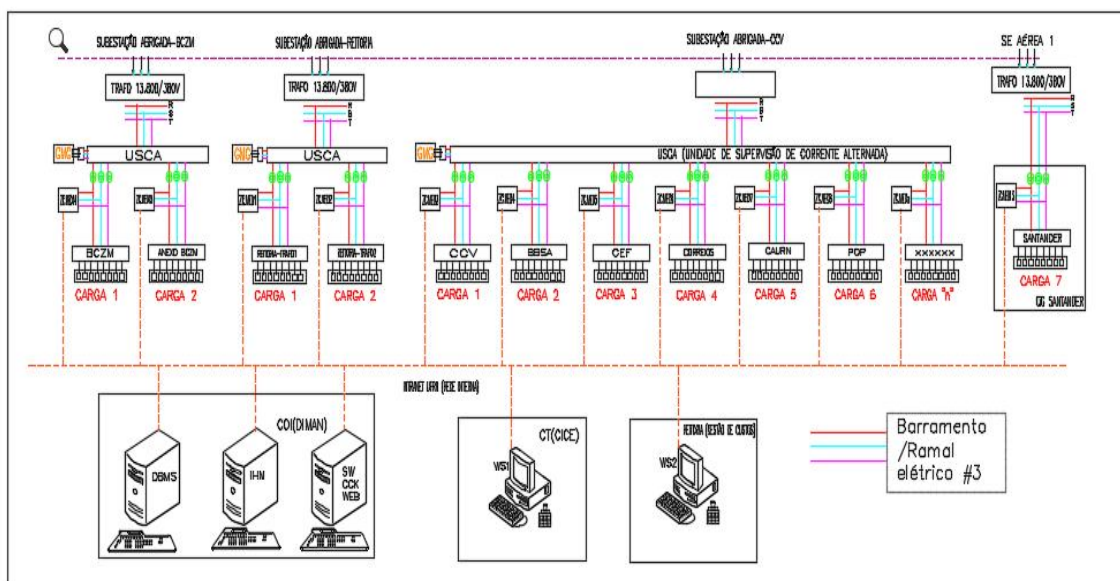
O primeiro grande centro analisado foi o da Reitoria, que possui subestação própria abrigada e em condições adequadas. Assim, para medição da reitoria, foram designados 2 medidores, tendo em vista que a subestação é composta por dois transformadores.

O segundo grande centro verificado, foi o centro de convivência, que possui uma grande densidade de centros comerciais, que necessitam possuir a medição totalmente setorizada. Neste centro foram alocados 10 medidores para consumo das unidades externas ao Campus e uma unidade para medição do consumo restante do centro de convivência, que ficará alocado no centro de custos da Administração central.

O terceiro centro de custo foi a biblioteca central, a mesma possui um prédio principal e outro anexo, com disjuntores principais separados. Assim, para medição completa do consumo desta edificação, foi necessário alocação de 2 medidores inteligente.

Portanto, para correto gerenciamento, eficiência e redução de custos, foram designados 17 medidores de energia elétrica para atender as edificações da Zona central. Com essa divisibilidade, ter-se-á medição inteligente em 100% dos prédios, com divisibilidade por centro de custo e unidade administrativa.

Figura 31: Detalhe funcional da instalação dos medidores de energia em subestações, muretas e quadros gerais na Zona Central



Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

Na prancha Tipo 2 - 3/6 encontra-se a simbologia do projeto, detalhe funcional da rede de comunicação dos equipamentos de medição, que podem estar instalados em subestações, quadros gerais ou muretas. Na prancha Tipo 1 - 3/6 do projeto detalha-se a posição dos equipamentos de medição por zona do Campus Central. As pranchas encontram-se anexas.

5.3. SOFTWARE DE GESTÃO E MONITORAMENTO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO

O *software* de gestão *web* da CCK é totalmente integrado, permitindo que as informações possam ser acessadas de qualquer computador ou *smartphone* habilitado, sem a necessidade de instalação de aplicativos nas máquinas dos clientes. Com o mesmo, têm-se o rateio da conta de energia em tempo real, com informação do consumo por centros, unidades, edificações e consumo total. Ademais, o sistema visualiza a medição da concessionária e emite gráficos, relatórios, análise e simulações de fatura de qualquer local via *intranet*, disponibilizando os dados de consumo, demanda mercado livre ou cativo, análise de fator de potência e consumo diário.

5.4. PROJETO DA REDE ÓPTICA PASSIVA – GPON

5.4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O projeto aqui apresentado, denominado de modernização do sistema de medição e controle de energia elétrica do Campus central da UFRN, fará uso da tecnologia de rede óptica passiva para transporte de dados de medição, podendo ainda transportar informações de qualquer outra aplicação que seja demandada.

Para transporte de informações de medidores elétricos inteligentes, poder-se-ia fazer-se uso de diversas tecnologias existentes no mercado, tais como as tecnologias de redes de área ampla de baixa potência (*Low-Power Wide-Area Network – LPWAN*¹⁴), *SigFox*, *3GPP*, *LoraWan* e etc. No entanto essas tecnologias possuem aplicações apenas para o escopo de transporte de dados de 0,3kbit/s a 50kbit/s por canal, o que inviabiliza o transporte de informações de imagens, telecomandos e dados administrativos.

Dessa forma, pensando na implementação de uma *Smart Grid* no Campus Central, que pudesse disponibilizar uma plataforma para todas as aplicações emergentes, optou-se pela projeção do meio de comunicações em rede óptica passiva de tecnologia GPON.

5.4.2. DEFINIÇÕES DO PROJETO

Para implementação do projeto da rede GPON, analisou-se inicialmente a demanda de usuários de medição a serem atendidos em cada Zona, bem como as possibilidades de crescimento futuras em *Smart Meter* ou outras aplicações.

Na Concepção do projeto de GPON, realizou-se as definições seguintes:

- Definição do limite da área do projeto e a demanda potencial de cada Zona;
- Definição da Razão de Divisão do projeto: 1:32 / 1:64 / 1:128;
- Definição da Topologia, com posicionamento dos *splitters*;
- Posicionamento da Caixa de Emenda (CEO) e *splitters* de primeiro nível.
- Definição das rotas da Rede Primária (anel óptico) e planejamento da quantidade de fibras em cada trecho, tanto de fibras ativas quanto reserva para expansões.
- Posicionamento das Caixas Terminais (CTO) e desenhar as rotas da rede secundária ou distribuição.

¹⁴ LPWAN é um tipo de rede de telecomunicações sem fio, projetada para permitir comunicações de longo alcance a uma taxa baixa de bits entre diversos objetos conectados.

5.4.3. DEMANDA DE USUÁRIOS EM CADA ZONA

Para definição da capacidade de fibras ópticas do anel principal, bem como as derivações, as razões de divisão e as unidades de terminação ópticas, faz-se necessário delimitar-se a quantidade de usuários de medição de energia em cada Zona.

Dessa forma, coletando-se os dados do projeto de medição definido anteriormente, verifica-se que na Zona 1, têm-se a necessidade de atendimento em fibra óptica de 10 localidades, separadas entre subestações, salas de equipamentos e muretas. Essas 10 localidades contemplam 13 equipamentos de medição. Assim realizando análise do cenário da referida Zona, optou-se por utilizar um *splitter* óptico com razão de divisão de 1:32, disponibilizando-se 22 fibras para crescimento futuros na região, seja para aplicações de *smart grid* ou para aplicações de dados administrativos ou segurança.

ZONA 1	
DESCRIÇÃO	QTDES
PONTOS DE ATENDIMENTO	10
USUÁRIOS PREVISTOS <i>SMART METER</i>	13
SPLITTER USADO	1:32
RESERVAS PARA CRESCIMENTOS	22

Já na Zona 2, verifica-se uma demanda de atendimento em fibra óptica de 8 localidades, separadas entre subestações, salas de equipamentos e muretas. Essas 8 edificações contemplam 10 equipamentos de medição. Assim realizando análise do cenário da referida zona, optou-se por utilizar um *splitter* óptico com razão de divisão de 1:32, disponibilizando-se 24 fibras para crescimento futuros na região, seja para aplicações de *smart grid* ou para aplicações de dados administrativos ou segurança.

ZONA 2	
DESCRIÇÃO	QTDES
PONTOS DE ATENDIMENTO	8
USUÁRIOS PREVISTOS <i>SMART METER</i>	10
SPLITTER USADO	1:32
RESERVAS PARA CRESCIMENTOS	24

Na Zona 3, têm-se a maior densidade de usuários de *smart meter* e demais aplicações. Analisando-se, o projeto de medição, encontra-se uma demanda de atendimento em fibra óptica de 21 localidades, separadas entre subestações, salas de equipamentos e muretas. Essas 21 edificações contemplam 55 equipamentos de medição. Assim realizando análise do cenário

da referida Zona, optou-se por utilizar um *splitter* óptico com razão de divisão de 1:32, disponibilizando-se 11 fibras para crescimento futuros na região, seja para aplicações de *smart grid* ou para aplicações de dados administrativos ou segurança.

ZONA 3	
DESCRIÇÃO	QTDES
PONTOS DE ATENDIMENTO	21
USUÁRIOS PREVISTOS SMART METER	55
SPLITTER USADO	1:32
RESERVAS PARA CRESCIMENTOS	11

A Zona 4 possui uma demanda de atendimento em fibra óptica de 10 localidades, separadas entre subestações, salas de equipamentos e muretas. Essas 10 edificações contemplam 27 equipamentos de medição. Assim realizando análise do cenário da referida Zona, optou-se por utilizar um *splitter* óptico com razão de divisão de 1:32, disponibilizando-se 22 fibras para crescimento futuros na região, seja para aplicações de *smart grid* ou para aplicações de dados administrativos ou segurança.

ZONA 4	
DESCRIÇÃO	QTDES
PONTOS DE ATENDIMENTO	10
USUÁRIOS PREVISTOS SMART METER	27
SPLITTER USADO	1:32
RESERVAS PARA CRESCIMENTOS	22

Na Zona 5, têm-se uma demanda de atendimento em fibra óptica de 22 localidades, separadas entre subestações, salas de equipamentos e muretas. Essas 22 edificações contemplam 26 equipamentos de medição. Assim realizando análise do cenário da referida Zona, optou-se por utilizar um *splitter* óptico com razão de divisão de 1:32, disponibilizando-se 16 fibras para crescimento futuros na região.

ZONA 5	
DESCRIÇÃO	QTDES
PONTOS DE ATENDIMENTO	16
USUÁRIOS PREVISTOS SMART METER	26
SPLITTER USADO	1:32
RESERVAS PARA CRESCIMENTOS	16

E por fim, têm-se a Zona Central, que possui uma demanda de atendimento em fibra óptica de 4 localidades, separadas entre subestações, salas de equipamentos e muretas. Essas 4 edificações contemplam 15 equipamentos de medição. Assim realizando análise do cenário da referida Zona, optou-se por utilizar um *splitter* óptico com razão de divisão de 1:32, disponibilizando-se 28 fibras para crescimento futuros na região. Apesar de esta Zona possuir, uma pequena densidade de pontos de atendimento para *smart meter*, optou-se por disponibilizar um *splitter* de 1:32 para atendimento das demais demandas da Zona.

ZONA CENTRAL	
DESCRIÇÃO	QTDES
PONTOS DE ATENDIMENTO	4
USUÁRIOS PREVISTOS SMART METER	15
SPLITTER USADO	1:32
RESERVAS PARA CRESCIMENTOS	28

5.4.4. DEFINIÇÃO DA RAZÃO DE DIVISÃO E TOPOLOGIA DO PROJETO

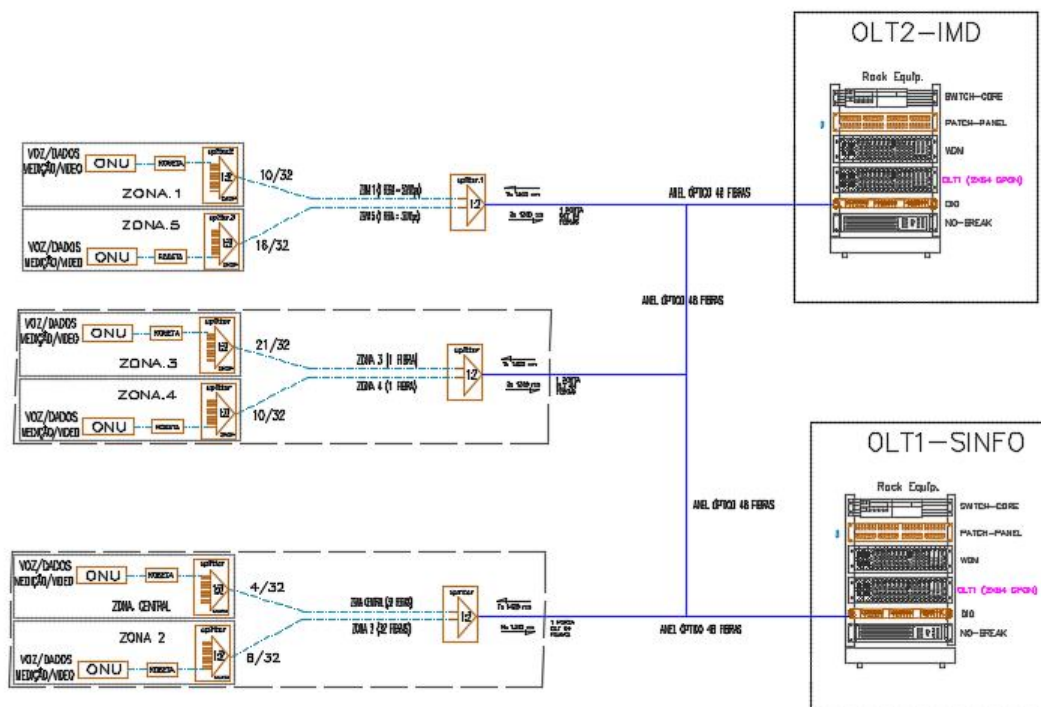
A concepção do projeto de rede óptica passiva fará uso de algumas concepções iniciais definidas pela Superintendência de informática da UFRN, que pretende fazer uso da rede GPON para atender as demandas de dados, voz e segurança existentes no Campus Central.

Dessa forma, na definição das rotas da Rede Primária (anel óptico), foi utilizado um cabo de fibra óptica de 48 fibras que irá percorrer toda a extensão do Campus em forma de anel. A partir desse anel far-se-á 3 derivações para atender os *splitters* de primeiro nível da rede *Smart meter* e a partir de cada *splitter* de razão de divisão de 1:2, realiza-se as derivações para os *splitters* de segundo nível, para atendimento de última milha de cada Zona.

Na figura 32 têm-se a topologia da ODN¹⁵ e *splitters* com as respectivas razões de divisão óptica.

¹⁵ Rede de Distribuição Óptica (Optical Distribution Network – ODN): Contempla a fibra e dispositivos ópticos que distribuem sinais aos usuários em uma rede de telecomunicações.

Figura 32 - Topologia da Rede GPON do Campus Central



Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

Serão utilizadas duas OLT's, sendo uma instalada no IMD e a outra na SINFO, provendo-se redundância da rede GPON. O sistema de medição fará uso de 2 portas PON de 64 usuários na unidade instalada no IMD, que atenderá as Zonas de 1 á 4. Para atendimento da Zonas 5 e Central, far-se-á uso de uma porta PON da OLT instalada na SINFO.

5.4.5. CÁLCULO DA LARGURA DE BANDA

A largura de banda disponível, em cada ponto de terminação da rede, foi determinada com base nas seguintes premissas:

- Largura de banda de 1Gbps¹⁶ para cada porta da OLT;
- Fracionamento de 1:2 nos divisores ópticos de primeiro nível;
- Fracionamento de 1:32 nos divisores ópticos de segundo nível;

Dessa forma a largura de banda assegurada, na saída de cada divisor óptico de primeiro nível, é de 500Mbps:

$$LB1 = \frac{1000 \text{ Mbps}}{2 \text{ canais}} = 500 \text{ Mbps}$$

¹⁶ Largura de banda disponibilizada pela porta da OLT adquirida pela SINFO UFRN.

No segundo nível de Splitagem, têm-se uma largura de banda de 15,63 Mbps para cada ONU:

$$LB2 = \frac{500 \text{ Mbps}}{32 \text{ canais}} = 15,63 \text{ Mbps}$$

Uma largura de banda de 15,63 Mbps, por ponto de terminação de rede, satisfaz a todas as aplicações existentes no Campus Central, sobrepujando em muito as necessidades da *smart meter*.

5.4.6. ORÇAMENTO BÁSICO PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE MEDIÇÃO

Para execução do projeto de modernização do sistema de medição, optou-se por seguir com a solução CCK, tendo em vista que a UFRN investiu um valor expressivo na aquisição das 77 unidades existentes e caso optar-se por crescimento em outra solução não existiria integração técnica entre as mesmas. Além disso, aos multimedidores da linha CCK, pode-se conectar módulos de acionamento com relés, permitindo o controle de demanda, fator de potência, vazão, pressão e temperaturas em horários definidos.

Outro fator primordial são as grandezas medidas pelos produtos do referido fabricante, que possui certificado junto a ONS, para prover medição válida dos parâmetros de VTCD, flutuações de tensão, corrente fundamental e harmônica.

Ademais, o custo para manutenção e reparo das unidades fora de funcionamento representa no máximo 15% do valor total pago na aquisição inicial dos mesmos.

Abaixo segue planilha orçamentária prevista para modernização do sistema de medição. No referido orçamento, apresenta-se os custos para aquisição dos produtos e *Softwares*, que totalizam R\$ 258.931,00. E os custos para implementação do sistema de medição, no valor de R\$ 84.600,00. Assim o valor total para execução da modernização da parte de medição e controle é de R\$ 343.611,00.

Figura 33 - planilha Orçamentária prevista para atualização do sistema de medição e controle

SISTEMA DE MEDIÇÃO E CONTROLE							
Item	Produtos	Fabricante	Modelo	Qte	Unid.	Unit (R\$)	Total (R\$)
PRODUTOS/SOFTWARES						R\$	258.931,00
1	Gerenciador de Energia Multifuncional	CCK	6700E	1,00	UNID	4.841,00	4.841,00
2	Medidor de Energia com Memória de Massa e Ethernet	CCK	4400ME	69,00	UNID	1.860,00	128.340,00
3	Multimedidor de Grandezas Elétricas e Harmônicas com Ethernet	CCK	7550S	5,00	UNID	5.050,00	25.250,00
4	Software de Gestão e monitoramento do Sistema de medição elétrica e qualidade de energia, versão Web	CCK	CCK WEB	1,00	UNID	13.000,00	13.000,00
5	Atualização de CCK 7550E em CCK 7550S	CCK	CCK-AT	50,00	UNID	1.750,00	87.500,00
Item	Produtos	Fabricante	Modelo	Qte	Unid.	Unit (R\$)	Total (R\$)
SERVIÇOS						R\$	84.680,00
6	Instalação e Configuração de Gerenciador de Energia Multifuncional	Terceiros	Mão de obra	1,00	UNID	1.200,00	1.200,00
7	Instalação e Configuração de Medidor de Energia com Memória de Massa e Ethernet	Terceiros	Mão de obra	69,00	UNID	620,00	42.780,00
8	Instalação e Configuração de Multimedidor de Grandezas Elétricas e Harmônicas com Ethernet	Terceiros	Mão de obra	5,00	UNID	780,00	3.900,00
9	Instalação e Configuração de Software de Gestão e monitoramento	Terceiros	Mão de obra	1,00	UNID	15.200,00	15.200,00
10	Manutenção Preventiva e Corretiva de equipamentos com problemas técnicos	CCK	Mão de obra	27,00	UNID	800,00	21.600,00
TOTAL GERAL (PRODUTOS + SERVIÇOS) - Medição e Controle						R\$	343.611,00

Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

5.4.7. ORÇAMENTO BÁSICO ESTIMATIVO PARA PROJETO DE REDE GPON

Para execução do projeto da rede óptica passiva - GPON optou-se por utilizar as demandas já previstas pela SINFO, dessa forma não estarão contemplados no orçamento os custos relativos ao Anel óptico (Cabo de Fibra óptica de 48 fibras) e as OLTs.

Com relação ao cabo DROP de terminação, foi realizada uma estimativa de metragem, pelo fato de não ter-se a definição certa de quais postes serão utilizados.

Abaixo segue planilha orçamentária prevista para implementação da rede GPON. No referido orçamento, apresenta-se os custos conjugados para aquisição dos materiais e execução dos serviços, que totalizam R\$ 201.036,00.

Figura 34 - Orçamento estimativo da Rede de comunicação GPON

REDE DE COMUNICAÇÃO GPON							
Item	Produtos	Fabricante	Modelo	Qte	Unid.	Unit (R\$)	Total (R\$)
1	Chassi OLT GPON (Fornecido pela SINFO)			2,00	UNID	-	-
2	Fornecimento e instalação de Unidade ONU com 2 portas ethernet + 1 SFP	Furukawa	Furukawa	40,00	UNID	675,00	27.000,00
3	Fornecimento e instalação de Unidade ONU com 4 portas ethernet + 1 SFP	Furukawa	Furukawa	35,00	UNID	900,00	31.500,00
4	Fornecimento e instalação de Cordão óptico monomodo SC-APC/SC-APC	Furukawa	Furukawa	75,00	UNID	225,00	16.875,00
5	Fornecimento e instalação de Splitter óptico balanceado (PLC) de ate 1x2	Furukawa	Furukawa	3,00	UNID	1.470,00	4.410,00
6	Fornecimento e instalação de Splitter óptico balanceado (PLC) de ate 1x64	Furukawa	Furukawa	6,00	UNID	5.820,00	34.920,00
7	Fornecimento e instalação de Caixa de emenda para até 48 fibras	Furukawa	Furukawa	9,00	UNID	1.275,00	11.475,00
8	Fornecimento e instalação de Cordão óptico monomodo LC-APC/LC	Furukawa	Furukawa	6,00	UNID	375,00	2.250,00
9	Fornecimento e instalação de Cabo de Manobra FTP Cat.6 de 4 pares de 1,5m	Furukawa	Furukawa	147,00	UNID	48,00	7.056,00
10	Cabo óptico CFOA-SM-AS80-S 48F NR CT (Fornecido pela SINFO)	Furukawa	Furukawa	-	m	30,00	-
11	Fornecimento e instalação de CABO ÓPTICO CFOAC-BLI-A/B-CM-01-AR-LSZH PR (DROP COMPACTO FIG.8 LOW FRICTION)	Furukawa	Furukawa	11.400,00	m	3,50	39.900,00

12	Fornecimento e instalação de DIO completo com capacidade para 48 fibras SM, incluindo os Pigtails LC	Furukawa	Furukawa	2,00	UNID	2.700,00	5.400,00
13	Fornecimento e instalação de Roseta óptica de Sobrepor, incluindo Pigtail	Furukawa	Furukawa	75,00	UNID	270,00	20.250,00
VALOR TOTAL =						R\$ 201.036,00	

Fonte: Projeto Técnico realizado pelo Autor em (março de 2018)

Dessa forma para instalação da rede de comunicação e modernização do sistema de Medição e controle, totaliza-se o valor de R\$ 544.647,00.

5.4.8. PLANO DE ENDEREÇAMENTO IP

Segue abaixo plano de endereçamento IP para os equipamentos de controle e medição, com definição de VLAN única para todos os equipamentos:

ENDEREÇAMENTO IP INICIAL	ENDEREÇAMENTO IP FINAL	MASCARA	VLAN
10.10.200.1	10.10.200.254	255.255.255.0	200
MEDIDORES	SERVIDORES	RESERVA	
147	2	105 endereços	

5.4.9. PLANTAS DETALHADAS DO PROJETO

As plantas detalhadas do projeto de Medição e Controle, bem como do projeto de rede óptica passiva para atendimento as demandas de smart meter, encontram-se anexas ao final do trabalho. Nas referidas pranchas têm-se a simbologia utilizada no projeto, o detalhamento dos pontos atendidos pelo sistema de medição inteligente, marca e modelo do produto sugerido para cada edificação e as referidas tabelas de setorização por centro de custos.

Nas pranchas têm-se o detalhamento do anel óptico que passará por toda a extensão do Campus, o qual será derivado para atendimento das demandas de medição, segurança, voz, dado e telecomandos. Em cada zona têm-se o detalhamento das derivações para atendimento até a última milha as subestações, muretas e sala de equipamentos. As pranchas encontram-se organizadas conforme detalhamento abaixo:

PRANCHAS TIPO 1:

- Projeto de medição e controle da Zona 1 – Prancha 1/6
- Projeto de medição e controle da Zona 2 – Prancha 2/6
- Projeto de medição e controle da Zona 3 – Prancha 3/6
- Projeto de medição e controle da Zona 4 – Prancha 4/6
- Projeto de medição e controle da Zona 5 – Prancha 5/6
- Projeto de medição e controle da Zona Central – Prancha 6/6

PRANCHAS TIPO 2:

- Detalhamento do Projeto de medição e controle da Zona 1 – Prancha 1/6
- Detalhamento do Projeto de medição e controle da Zona 2 – Prancha 2/6
- Detalhamento do Projeto de medição e controle da Zona 3 – Prancha 3/6
- Detalhamento do Projeto de medição e controle da Zona 4 – Prancha 4/6
- Detalhamento do Projeto de medição e controle da Zona 5 – Prancha 5/6
- Detalhamento do Projeto de medição e controle da Zona Central – Prancha 6/6
- Detalhamento do Projeto de Rede óptica GPON – Prancha 1/1

6. CONCLUSÕES

Com ênfase em questões relacionadas à eficiência energética, redução de custos fixos e automação de sistemas, a proposta desse trabalho foi projetar a modernização do sistema de medição e controle de energia elétrica do Campus central da UFRN, com setorização do consumo de energia por centro de custos e projeção de uma rede óptica passiva para transporte de dados.

Analisando-se o conceito de *smart grid* a ser implementado no Campus, optou-se e justificou-se o uso de uma rede de comunicação em fibra óptica passiva, que atende plenamente as necessidades das redes elétricas inteligentes, que são custo justo, confiabilidade, segurança, grande largura de banda, escalabilidade, velocidade, baixa latência e alta confiabilidade. Ademais as redes GPON possuem tecnologia ponto-multiponto, atendendo diversas edificações através de um único ponto, e não possuem elementos ativos durante todo o percurso, eliminando a necessidade de energia ao longo do trecho.

Assim, para cumprir o objetivo do trabalho, projetou-se um sistema de medição de energia elétrica, que faz uso da tecnologia TCP/IP para envio de pacotes através de uma rede física de fibra óptica passiva. Através da rede é possível coletar as informações dos medidores e também realizar-se atuações e telecomandos, através do uso de módulos de acionamento com relés, podendo-se realizar-se controle de demanda, fator de potência e atuações por horários pré-programados.

Por fim, a implementação do projeto de modernização possibilitará que a UFRN através da setorização das medições, realize os rateios de custos, analise a demanda e a qualidade de energia do Campus Central. O que facilitará, sobremaneira, o processo de implementação de eficiência energética e a consequente redução nas despesas de energia elétrica do Campus, atingindo-se assim o objetivo deste trabalho.

Espera-se que esse projeto possa contribuir decisivamente para a melhoria de todo o sistema de medição do Campus Universitário da UFRN, o que será considerado um largo passo em direção ao futuro.

7. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Tendo por base o projeto e a eventual implementação da rede GPON proposta neste trabalho, vários outros projetos poderão ser realizados na linha de automação de sistemas, IoT e ações que conduzam a uma melhor eficiência energética. Essas redes poderão ser utilizadas como meio de comunicação para atuação de disjuntores, religadores e chaves seccionadoras automáticas na rede de distribuição em média tensão, a fim de reconfiguração centralizada ou descentralizada. Poderá ainda servir de base para o gerenciamento à distancia da iluminação viária do campus universitário, na automação de rede de água e esgoto, nos sistemas de controle de acesso e de segurança, além de outras aplicações que certamente de uso obrigatório no futuro próximo, tais como multiprocessamento de dados geograficamente dispersos, interações intensivas como máquina a máquina (M2M), exploração em massa de apps móveis interativas e conexões de Internet das Coisas (*Internet of things - IoT*).

Dessa forma o Campus Central disporá de um meio de comunicação com alta largura de banda, inexistência de interferências, longos alcances e com a disponibilidade de implementação de multisserviços e sistemas, justificando-se os custos da aquisição da plataforma.

Finalmente, há de se considerar que outras redes de comunicação deverão ser aplicadas aos vários Campus da universidade, seja em Natal ou em outras cidades do interior. Esse projeto poderá servir como referência para essas outras redes.

REFERÊNCIAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. *Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional-PRODIST*, Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica. Revisão 7. Brasília, 2017
2. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Resolução normativa N° 414, de 9 de setembro de 2010. Brasília, 2010. Acesso em: março 2018
3. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Resolução normativa N° 556/2013: *Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE*. Brasília, 2013. Acesso em: março 2018;
4. AXXIOM, Comentários da Silver Spring Networks e da Axxiom à ANEEL. Seção: Consulta pública. 2009 Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/documentos/SSN%20Submission%20to%20ANEEL%20\(por\)%20rev%202.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/documentos/SSN%20Submission%20to%20ANEEL%20(por)%20rev%202.pdf)>. Acesso em: mar 2018.
5. BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL. Brasília, [2007]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10295.htm>. Acesso em: 15 abr. 2018.
6. BONILLA, Mauricio Lopez. Análise Crítica de Plataformas GPON e EPON para Aplicação em Redes Ópticas de Acesso de Alta Capacidade. Dissertação de Mestrado. Unicamp. 2008. Acesso em: maio 2018
7. CLP Energy for Life. Seção: Power Transmission & Distribution > Smart Grid. 2017. <https://www.clp.com.hk/en/about-clp/power-transmission-and-distribution/smart-grid>. Acesso em: abril 2018.
8. CABRAL, Marcio Vinicius Guimarães; GIMENEZ, Edson Josias Cruz. Melhores Práticas na implantação de redes Ethernet (IEEE802.3) em conjunto com a norma IEC61850 em redes locais de Subestações elétricas, Santa Rita do Sapucaí, v. 15, n. 1, p. 36-45, 2015.
9. CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE), *Redes elétricas inteligentes: contexto nacional*. Brasília, 2012
10. CHIA, Ian Mauro Concha;CORREIA, Vitor Teles. Interface de gestão ativa de consumo de energia elétrica para *Smart Grids*. 2011. 59 f. Dissertação (Grau de Engenheiro) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
11. CMAC-SE 2015 - CONGRESSO DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL DO SUDESTE, 6., 2015, São Paulo, SP. Anais... São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional, 2015.

12. CIANET. O que é PON LAN (rede óptica passiva) (on-line). Disponível na internet. <http://www.cianet.com.br/o-que-e-pon-lan-redeoptica-passiva>. Acesso em: mar. 2018.
13. CIANET. Redes PON LAN em hospitais: benefícios que podem ser obtidos com essa infraestrutura (on-line). Disponível na internet. <http://www.cianet.com.br/redes-pon-lan-em-hospitais-beneficios-quepodem-ser-obtidos-com-essa-infraestrutura>. Acesso em: mar. 2018.
14. ETRI Journal, Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI), v. 38, n. 1, p. 41–51, feb 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4218/etrij.16.0114.0971>>.
15. FOROUZAN, Behrouz A. *Comunicação de Dados e Redes de Computadores*. 4. ed. São Paulo: MCGraw-Hill, 2008.
16. FURUKAWA. Guia de aplicações Laserway (on-line). Disponível na internet. <http://www.furukawa.com.br/ao/rede-furukawa/materiais-deapoio/guia-de-aplicacao-laserway-2016-1223.html>. Acesso em: mar. 2018.
17. FURUKAWA. Guia de aplicações Laserway (on-line). Disponível na internet. <http://www.furukawa.com.br/ao/rede-furukawa/materiais-deapoio/guia-de-aplicacao-laserway-2014-1253.html>. Acesso em: mar. 2018.
18. INTELBRAS Blog. Diferença entre EPON e GPON nos projetos de rede. Disponível na internet. <http://blog.intelbras.com.br/conteudo-tecnico/provedores-conteudo-tecnico/diferenca-entre-epon-e-gpon/>. Acesso em: maio. 2018.
19. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) (France). Technology Roadmap Smart Grids: 2011. France, 2011. 52 p.
20. NTG-008 – Perdas na rede PON, mar. 2012. Disponível em: http://portal.furukawa.com.br/arquivos/N/NTG/NTG008PerdasnaRedePON/2163_NTG008PerdasnaRedePON.pdf>. Acesso em: mar. 2018
21. JANNUZZI, G. M., M. SAIDEL, J. HADDAD, e ALAN POOLE. 2007. Avaliação Dos Programas De Eficiência Energética Das Concessionárias De Distribuição De Eletricidade E Sugestões Para a Revisão Da Sua Regulamentação. Brasília: Banco Mundial e ANEEL.
22. Multimedidor de Grandezas Elétricas e Harmônicas com Ethernet-CCK 7550E, 2017. Disponível em: < <http://www.cck.com.br>>. Acesso em: 10 dez. 2017.
23. MOREIRA, M. A. R. G., 2006, Potencial de Mercado de Eficiência Energética no Setor de Água e Esgoto no Brasil – Avaliação de Estratégias segundo o Modelo de Porter. Dissertação de Mestrado, PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
24. National Institute of Standards and Technology (NIST) (EUA). Smart Grid Advisory Committee (SGAC) Report: 2010. EUA, 2010. 70 p.

25. NEVES, Thiago Francelino. Estudo de caso: Implantação de fibra óptica na rede Backhaul de uma operadora móvel em Curitiba utilizando FTTX GPON. 2011. 158 f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção de grau no curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná, Paraná-PR.
26. OLIVEIRA, C. Protocolos de Comunicação e Norma IEC 61850. Campinas, SP. 2012. [Apostila do curso de especialização em Automação de Sistemas elétricos – Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL) e Schweitzer Engineering Laboratories (SEL)]
27. PINHEIRO, José M. S. "Arquiteturas para Redes de Acesso" Disponível em: <http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_redes_opticas_alto_desempenho.php> Acesso em: 10 de dezembro de 2017.
28. TELECO. Rede GPON: Rede com Capacidade de Gigabit. http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgpontec/pagina_4.asp. Acesso em: maio. 2018.
29. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS - SBRC 33., 2015, Vitória, ES. Anais... Vitória, ES: Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.
30. SIMPÓSIO BRASILEIRO EM SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 15., 2016, Niterói, RJ. Anais... Niterói, RJ: Universidade Federal Fluminense; Instituto de Computação; Sociedade Brasileira de Computação, 2016.
31. SOUZA, G. B. de C.; VIEIRA, F. H. T.; LIMA, C. R.; JÚNIOR, G. A. de D.; CASTRO, M. S. de; ARAUJO, S. G. de; VASQUES, T. L. Developing smart grids based on GPRS and ZigBee technologies using queueing modeling-based optimization algorithm.
32. TOLEDO, Fabio. *Desvendando as Redes Elétricas Inteligentes: Smart Grid Handbook*. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2012.
33. U.S. DEPARTMENT OF ENERGY - DOE. About SmartGrid.gov. Seção: Home. 2012a. Disponível em: <<http://www.smartgrid.gov>>. Acesso em: mar 2018.
34. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE-UFRN. Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), *Relatório de Análise de condições dos CCK's*. Natal, 2017.
35. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE-UFRN. Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), *Dados de Consumo de energia do Campus Central da UFRN*. Natal, 2017.
36. VAZ, Rafael Ribeiro de Carvalho. Metodologia de Posicionamento de Religadores e Dimensionamento de Rede de Fibra Óptica para Automação de Sistemas de Energia.

2017. 199 f. Dissertação (Título de Mestre) – Departamento de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO.
37. WORLD TELECOM LTDA. *Relatório Técnico de Diagnóstico do Sistema de Medição de energia CCK 7550E da UFRN*. Natal, 2017.

APÊNDICE A - RELAÇÃO DE TABELAS COM DETALHAMENTO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS NOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO INSTALADOS NO CAMPUS CENTRAL

Tabela 3 - Relação dos Equipamentos de Medição do Fabricante CCK existentes no Campus Central

Numeração Sistema	Zona	Localização	Equipamento	End. IP	Status
1	Z3	SUBESTAÇÃO 69 KV	CCK 6700	10.1.160.11	Erro
17	Z1	COMPERVE	CCK 7550E	10.1.168.50	Erro
18	Z1	DDRH	CCK 7550E	10.1.208.51	Erro
19	Z1	DAS-SERVIDORES	CCK 7550E	10.1.208.52	OK
20	Z1	DARTES	CCK 7550E	10.1.208.53	OK
21	Z1	FUNPEC	CCK 7550E	10.1.208.54	Erro
22	Z1	PRH-SERVID	CCK 7550E	10.1.208.55	OK
23	Z1	EM UFRN	CCK 7550E	10.1.160.23	Erro
24	Z1	NEI	CCK 7550E	10.1.160.24	Erro
40	Z2	EDITORIA	CCK 7550E	10.1.160.40	Erro
41	Z2	NUPLAN-T1	CCK 7550E	10.2.64.39	OK
42	Z2	NUPLAN-T2	CCK 7550E	10.2.64.40	OK
43	Z2	CB-T1	CCK 7550E	10.8.20.50	OK
44	Z2	CB-T2	CCK 7550E	10.8.20.51	Erro
45	Z2	CB-BIOGENETICA	CCK 7550E	10.8.112.50	OK
46	Z2	NUPLAM-CTRL REFR	CCK 7550E	10.2.64.64	OK
60	Z3	SETOR III-IV T1	CCK 7550E	10.1.160.60	Erro
61	Z3	SETOR III-IV T2	CCK 7550E	10.13.0.52	OK
62	Z3	LANCHONETE (ST III/IV)	CCK 7550E	10.13.0.51	OK
63	Z3	CT	CCK 7550E	10.13.32.50	OK
64	Z3	LECA	CCK 7550E	10.13.96.52	OK
65	Z3	DIMAP	CCK 7550E	10.3.131.253	OK
66	z3	DIMAP/SINFO	CCK 7550E	10.3.131.254	OK
67	Z3	NUPER - AUD QUIMICA	CCK 7550E	10.1.160.67	Erro
68	Z3	CCET	CCK 7550E	10.9.160.50	Erro
69	Z3	NUPRAR	CCK 7550E	10.34.84.50	Erro
70	Z3	GEOLOGIA 1	CCK 7550E	10.9.48.50	OK
71	Z3	GEOLOGIA 2	CCK 7550E	10.9.48.51	OK
72	Z3	LAUT	CCK 7550E	10.13.96.51	OK
73	Z3	LAB DE ANÁLISE PETRÓLEO	CCK 7550E	10.1.160.73	Erro
74	Z3	NTI 1	CCK 7550E	10.1.160.74	Erro
75	Z3	NTI 2	CCK 7550E	10.1.160.75	Erro

76	Z3	NUPEG	CCK 7550E	10.13.136.40	Erro
78	Z3	GEOFISICA	CCK 7550E	10.9.48.52	Erro
79	Z3	LAMP	CCK 7550E	10.13.96.50	Erro
80	Z3	ECT - BACHARELADO T1	CCK 7550E	10.13.0.54	Erro
81	Z3	ECT - BACHARELADO T2	CCK 7550E	10.13.0.50	Erro
82	Z3	LARHISA	CCK 7550E	10.1.160.82	Erro
101	Z5	SETOR V	CCK 7550E	10.1.160.101	Erro
102	Z1	CEDUC	CCK 7550E	10.12.8.50	OK
103	Z4	CCHLA ALIM1	CCK 7550E	10.10.0.52	Erro
104	Z4	CCHLA ALIM2	CCK 7550E	10.10.0.53	OK
105	Z4	CCHLA - ANTROP-ILU	CCK 7550E	10.10.0.50	OK
106	Z4	CCLHA - ANTROP-AR	CCK 7550E	10.10.0.51	OK
107	Z4	CCSA - T1	CCK 7550E	10.1.160.107	Erro
108	Z4	CCSA - T2	CCK 7550E	10.1.160.108	Erro
109	Z4	CCSA - SETOR I	CCK 7550E	10.1.160.109	Erro
110	Z3	IIF-LAB GEO APLIC T1	CCK 7550E	10.1.160.110	Erro
111	Z4	CCSA-SETOR II – T1	CCK 7550E	10.1.160.111	Erro
130	Z5	IMD	CCK 7550E	10.1.160.130	Erro
131	Z5	RESID 1/2	CCK 7550E	10.1.160.131	Erro
132	Z5	RESID 3/4	CCK 7550E	10.1.160.132	Erro
133	Z5	SIN	CCK 7550E	10.1.156.50	OK
134	Z5	GINÁSIO	CCK 7550E	10.1.160.134	Erro
136	Z5	ENFERMAG 1	CCK 7550E	10.1.160.136	Erro
137	Z5	ENFERM-QDAC ESC	CCK 7550E	10.1.160.137	Erro
138	Z5	ENFERM-QDAC	CCK 7550E	10.1.160.138	Erro
139	Z5	PISCINA	CCK 7550E	10.1.160.139	Erro
140	Z5	FISIOTERAPIA	CCK 7550E	10.11.72.50	OK
141	Z5	GIN PEQUENO	CCK 7550E	10.1.160.141	Erro
160	ZC	REITORIA 1	CCK 7550E	10.1.160.160	Erro
161	ZC	REITORIA 2	CCK 7550E	10.1.160.161	Erro
162	ZC	BBSA	CCK 7550E	10.12.120.54	Erro
163	ZC	CAIXA	CCK 7550E	10.12.120.53	OK
164	ZC	CORREIOS	CCK 7550E	10.12.120.52	OK
165	ZC	POP	CCK 7550E	10.12.120.51	OK
166	ZC	TVU	CCK 7550E	10.12.120.50	OK
167	ZC	CAURN	CCK 7550E	10.12.120.55	OK
168	Z4	DECOM	CCK 7550E	10.12.120.56	OK
169	ZC	SANTANDER	CCK 7550E	10.4.0.50	OK
170	ZC	BCZM T1	CCK 7550E	10.2.2.50	Erro

171	ZC	BCZM T2	CCK 7550E	10.2.2.51	Erro
172	Z5	RU	CCK 7550E	10.4.132.50	Erro
173	Z5	DEF	CCK 7550E	10.11.112.50	Erro
174	Z5	PARQUE POLIES	CCK 7550E	10.11.112.51	Erro
-	Z3	IIF-LAB GEO APLIC T2	CCK 7550E	-	Erro

Fonte: Secretaria de Infraestrutura da UFRN (SIN). Informações coletadas em março de 2018

Nota: Dados organizados pelo autor

Tabela 4 - Relação dos Problemas encontrados nos Equipamentos de Medição do Fabricante CCK existentes no Campus Central

Numeração Sistema	Zona	Localização	Situação	Rede de Comunicação
1	Z3	SUBESTAÇÃO 69 KV	Queimado	- Sem Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
17	Z1	COMPERVE	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
18	Z1	DDRH	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
19	Z1	DAS-SERVIDORES	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
20	Z1	DARTES	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
21	Z1	FUNPEC	Removido	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
22	Z1	PRH-SERVID	Apagado	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
23	Z1	EM UFRN	Removido	- Sem Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
24	Z1	NEI	Removido	- Sem Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
40	Z2	EDITORIA	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
41	Z2	NUPLAN-T1	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
42	Z2	NUPLAN-T2	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
43	Z2	CB-T1	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
44	Z2	CB-T2	Removido	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
45	Z2	CB-BIOGENETICA	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação

46	Z2	NUPLAM-CTRL REFR	Funcionando	- Presença de Ruído - Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
60	Z3	SETOR III-IV T1	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
61	Z3	SETOR III-IV T2	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
62	Z3	LANCHONETE (ST III/IV)	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
63	Z3	CT	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
64	Z3	LECA	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
65	Z3	DIMAP	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
66	z3	DIMAP/SINFO	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
67	Z3	NUPER - AUD QUIMICA	Queimado	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
68	Z3	CCET	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
69	Z3	NUPRAR	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
70	Z3	GEOLOGIA 1	Funcionando com avarias	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
71	Z3	GEOLOGIA 2	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
72	Z3	LAUT	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
73	Z3	LAB DE ANÁLISE PETRÓLEO	Não encontrado	Não encontrado
74	Z3	NTI 1	Removido	- Sem Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
75	Z3	NTI 2	Removido	- Sem Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
76	Z3	NUPEG	Apagado	- Com Rede Lógica Defeituosa - Sem comunicação - Presença de Ruído
78	Z3	GEOFISICA	Apagado	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
79	Z3	LAMP	Funcionando	- Com Rede Lógica

80	Z3	ECT - BACHARELADO T1	Apagado	- Sem comunicação - Presença de Ruído - Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
81	Z3	ECT - BACHARELADO T2	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
82	Z3	LARHISA	Queimado	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
101	Z5	SETOR V	Queimado	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
102	Z1	CEDUC	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
103	Z4	CCHLA ALIM1	Display queimado	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
104	Z4	CCHLA ALIM2	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
105	Z4	CCHLA - ANTROP-ILU	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
106	Z4	CCLHA - ANTROP-AR	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
107	Z4	CCSA - T1	Não encontrado	Não encontrado
108	Z4	CCSA - T2	Não encontrado	Não encontrado
109	Z4	CCSA - SETOR I	Apagado	- Sem Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
110	Z3	IIF-LAB GEO APLIC T1	Queimado	- Sem Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
111	Z4	CCSA-SETOR II – T1	Apagado	- Sem Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
130	Z5	IMD	Removido	- Sem Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
131	Z5	RESID 1/2	Funcionando	- Sem Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
132	Z5	RESID 3/4	Apagado	- Sem Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
133	Z5	SIN	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
134	Z5	GINÁSIO	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
136	Z5	ENFERMAG 1	Queimado	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído

137	Z5	ENFERM-QDAC ESC	Queimado	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
138	Z5	ENFERM-QDAC	Queimado	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
139	Z5	PISCINA	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
140	Z5	FISIOTERAPIA	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
141	Z5	GIN PEQUENO	Apagado	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
160	ZC	REITORIA 1	Funcionando	- Sem Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
161	ZC	REITORIA 2	Funcionando	- Sem Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
162	ZC	BBSA	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
163	ZC	CAIXA	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
164	ZC	CORREIOS	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
165	ZC	POP	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
166	ZC	TVU	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
167	ZC	CAURN	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
168	Z4	DECOM	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
169	ZC	SANTANDER	Funcionando	- Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
170	ZC	BCZM T1	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
171	ZC	BCZM T2	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
172	Z5	RU	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
173	Z5	DEF	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído
174	Z5	PARQUE POLIES	Funcionando	- Com Rede Lógica - Sem comunicação - Presença de Ruído

-	Z3	IIF-LAB GEO APLIC T2	Funcionando	<ul style="list-style-type: none"> - Com Rede Lógica - Com comunicação - Presença de Ruído
---	----	----------------------	-------------	---

Fonte: Secretaria de Infraestrutura da UFRN (SIN)

Fonte: Comissão Interna de Conservação de Energia da UFRN (CICE)

Informações coletadas em março de 2018

Nota: Dados trabalhados pelo autor

APÊNDICE B – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-RN

ART OBRA / SERVIÇO
Nº RN20180193715

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Norte

INICIAL

1. Responsável Técnico		
JACQUELINE PEREIRA DA SILVA		
Título profissional: ENGENHARIA ELÉTRICA	RNP: 211488210-1	
2. Contratante		
Contratante: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN		
SEM DEFINIÇÃO Campus Universitário		
Complemento:	Bairro: LAGOA NOVA	CPF/CNPJ: 24.366.710/0001-83
Cidade: NATAL	UF: RN	Nº: s/n
País: Brasil		CEP: 69078970
Telefone: (84) 3216-3883	Email:	
Contrato: s/n	Celebrado em: 01/02/2018	
Valor: R\$ 3.000,00	Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PÚBLICO	
Ação Institucional: NÃO SE APLICA		
3. Dados da Obra/Serviço		
Proprietário: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN		
SEM DEFINIÇÃO Campus Universitário		
Complemento:	Bairro: LAGOA NOVA	CPF/CNPJ: 24.366.710/0001-83
Cidade: NATAL	UF: RN	Nº: s/n
Telefone: (84) 3216-3883	Email:	CEP: 69078970
Coordenadas Geográficas: Latitude: 0 Longitude: 0		
Data de Início: 01/03/2018	Previsão de término: 19/06/2018	
Finalidade: SEM DEFINIÇÃO		
4. Atividade Técnica		
1 - DIRETA	Quantidade	Unidade
05 - PROJETO > RESOLUÇÃO 1025 > OBRAS E SERVIÇOS - ELÉTRICA > ELETRÔNICA E COMUNICAÇÃO > #1700 - REDE LÓGICA	1,00	un
05 - PROJETO > RESOLUÇÃO 1025 > OBRAS E SERVIÇOS - ELÉTRICA > ELETRÔNICA E COMUNICAÇÃO > #1709 - FIBRA ÓPTICA	1,00	un
05 - PROJETO > RESOLUÇÃO 1025 > OBRAS E SERVIÇOS - ELÉTRICA > ELETRÔNICA E COMUNICAÇÃO > #1746 - MEDIÇÃO ELETRÔNICA	1,00	un
05 - PROJETO > RESOLUÇÃO 1025 > OBRAS E SERVIÇOS - ELÉTRICA > CONTROLE E AUTOMAÇÃO > #1918 - REDES DE COMUNICAÇÃO INDUSTRIAL	1,00	un
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART		
5. Observações		
Projeto técnico de modernização do sistema de medição e controle de energia do campus central da UFRN, com envio de dados através de uma infraestrutura de rede óptica passiva para gerenciamento do sistema de medição, com o intuito de racionalizar o consumo da energia elétrica, controlar as cargas, fazer análise dos pontos de maiores demandas, de maior geração de reativos, bem como o controle da energia elétrica consumida pelos seus centros de custos da universidade. O projeto de modernização contempla: Projeto de comunicação de dados em redes ópticas passivas Gigabit-EPON, através de um anel óptico em torno de todo o campus com derivações ópticas a partir de splits, entregando-se a fibra na última milha (Subestações, muretas, quadros elétricos e sala de equipamentos) incluindo cálculo de perdas e orçamentos de potência; Projeto de modernização do sistema de medição inteligente (Smart meter). Elaboração de Plano de endereçamento IP para os Equipamentos de Controle e Medição, com VLAN única para todos os equipamentos; Franchas em AUTOCAD, Memorial descritivo e Planilhas orçamentárias, com composição.		
6. Declarações		
- Declaro que estou cumprindo as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.		
7. Entidade de Classe		
SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE		

ANEXO A – RELAÇÃO DE TABELAS COM DETALHAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN NOS ANOS DE 2014 Á 2017

Tabela 5 - Consumo de energia do Campus central da UFRN do ano de 2014

Mês	Consumo (MWh)	R\$
Janeiro	1.588,17	R\$ 512.733,64
Fevereiro	2.104,66	R\$ 689.420,09
Março	2.197,34	R\$ 707.973,32
Abril	2.301,04	R\$ 760.558,41
Maio	2.178,79	R\$ 847.750,23
Junho	1.587,56	R\$ 603.984,45
Julho	1.733,26	R\$ 674.769,00
Agosto	2.054,97	R\$ 796.505,36
Setembro	2.346,79	R\$ 884.874,89
Outubro	2.107,83	R\$ 846.057,06
Novembro	2.333,63	R\$ 889.569,57
Dezembro	2.017,27	R\$ 738.579,81
TOTAL	24.551,32	R\$ 8.952.775,83

Fonte: Comissão Interna de Conservação de Energia da UFRN (CICE), março de 2018.

Tabela 6 - Consumo de energia do Campus central da UFRN do ano de 2015

Mês	Consumo (MWh)	R\$
Janeiro	1.632,17	R\$ 683.775,47
Fevereiro	2.015,91	R\$ 878.653,75
Março	2.343,94	R\$ 1.074.568,68
Abril	2.280,40	R\$ 1.102.050,92
Maio	2.379,22	R\$ 1.256.063,51
Junho	1.924,08	R\$ 1.049.920,27
Julho	1.602,19	R\$ 875.807,48
Agosto	2.003,03	R\$ 1.079.416,30
Setembro	2.213,20	R\$ 1.119.246,25
Outubro	2.245,87	R\$ 1.143.530,54
Novembro	2.147,67	R\$ 1.145.033,51
Dezembro	2.075,82	R\$ 1.090.358,69
TOTAL	24.890,49	R\$ 12.498.425,37

Fonte: Comissão Interna de Conservação de Energia da UFRN (CICE), março de 2018.

Tabela 7 - Consumo de energia do Campus central da UFRN do ano de 2016

Mês	Consumo (MWh)	R\$
Janeiro	1.630,36	R\$ 888.033,60
Fevereiro	2.037,34	R\$ 1.057.354,61
Março	2.205,49	R\$ 1.094.352,43
Abril	2.143,08	R\$ 1.009.491,27
Maio	2.321,44	R\$ 1.096.467,83
Junho	1.886,40	R\$ 969.775,76
Julho	1.686,66	R\$ 840.117,63
Agosto	2.298,61	R\$ 886.510,96
Setembro	2.277,16	R\$ 806.510,81
Outubro	2.134,21	R\$ 788.861,83
Novembro	2.273,09	R\$ 882.075,44
Dezembro	2.158,07	R\$ 805.636,00
TOTAL	25.051,91	R\$ 11.125.188,17

Fonte: Comissão Interna de Conservação de Energia da UFRN (CICE), março de 2018.

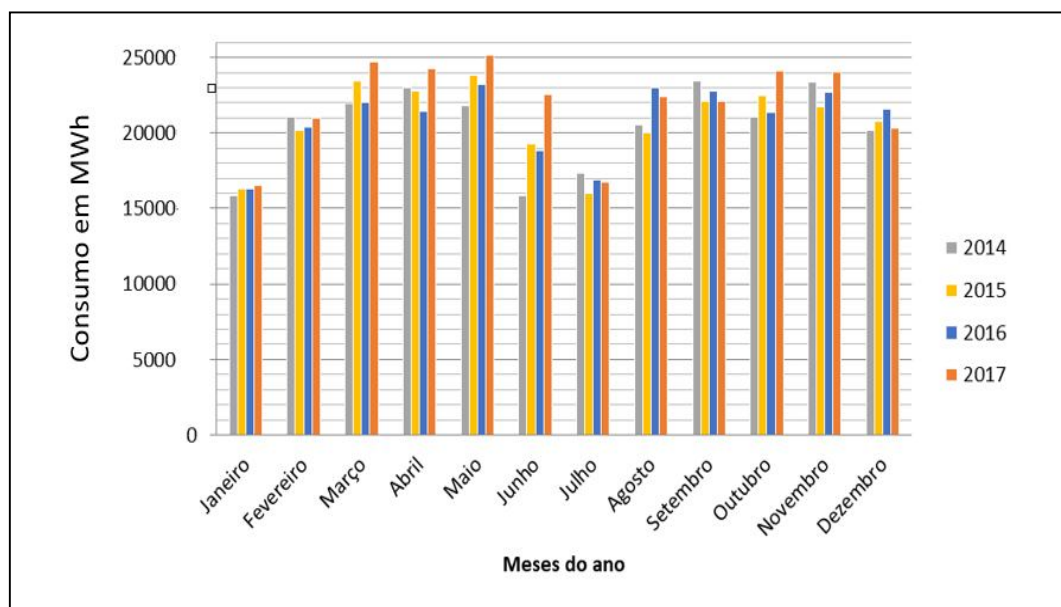
Tabela 8 - Consumo de energia do Campus central da UFRN do ano de 2017

Mês	Consumo (MWh)	R\$
Janeiro	1.649,05	R\$ 648.845,79
Fevereiro	2.096,69	R\$ 798.489,67
Março	2.469,00	R\$ 982.490,33
Abril	2.424,11	R\$ 784.301,25
Maio	2.511,76	R\$ 1.055.531,34
Junho	2.256,41	R\$ 911.497,36
Julho	1.676,59	R\$ 752.114,90
Agosto	2.239,66	R\$ 957.840,77
Setembro	2.210,73	R\$ 939.477,58
Outubro	2.411,03	R\$ 1.012.952,13
Novembro	2.403,51	R\$ 1.039.082,63
Dezembro	2.034,40	R\$ 843.776,660
TOTAL	26.382,94	R\$ 10.726.400,41

Fonte: Comissão Interna de Conservação de Energia da UFRN (CICE), março de 2018.

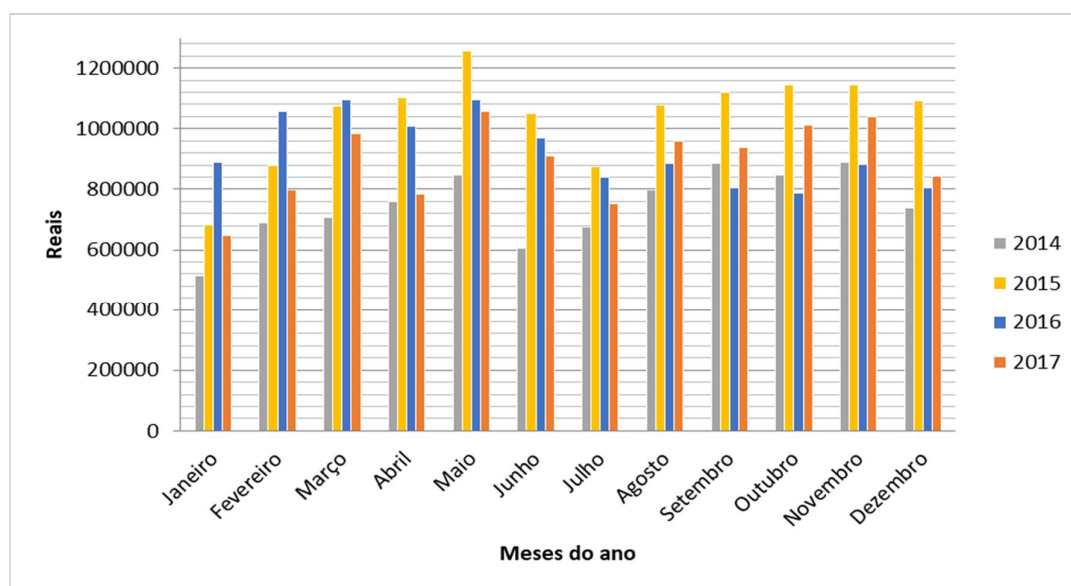
ANEXO B – RELAÇÃO DE GRÁFICOS COM DETALHAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN NOS ANOS DE 2014 Á 2017

Gráfico 1 - Consumo em MWh de energia do Campus central da UFRN nos anos de 2014 a 2017



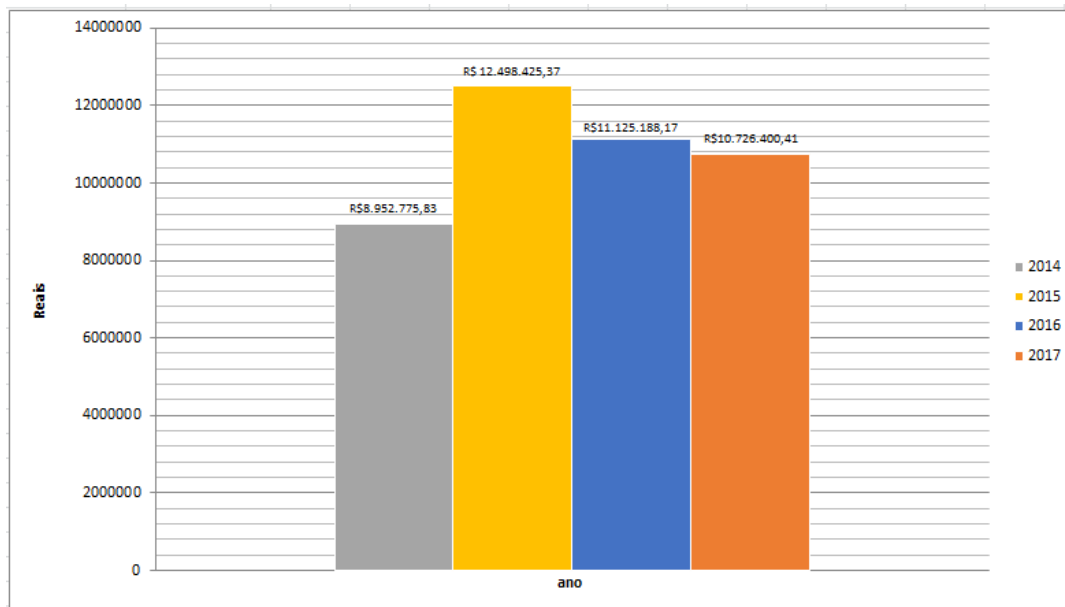
Fonte: Comissão Interna de Conservação de Energia da UFRN (CICE), março de 2018.

Gráfico 2 - Valores pagos com energia em Reais (R\$) do Campus central da UFRN nos anos de 2014 a 2017



Fonte: Comissão Interna de Conservação de Energia da UFRN (CICE), março de 2018.

Gráfico 3 - Valores Globais pagos com energia em Reais (R\$) dos anos de 2014 a 2017



Fonte: Comissão Interna de Conservação de Energia da UFRN (CICE), março de 2018.

ANEXO C – TABELA COM PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN PARA O ANO DE 2018

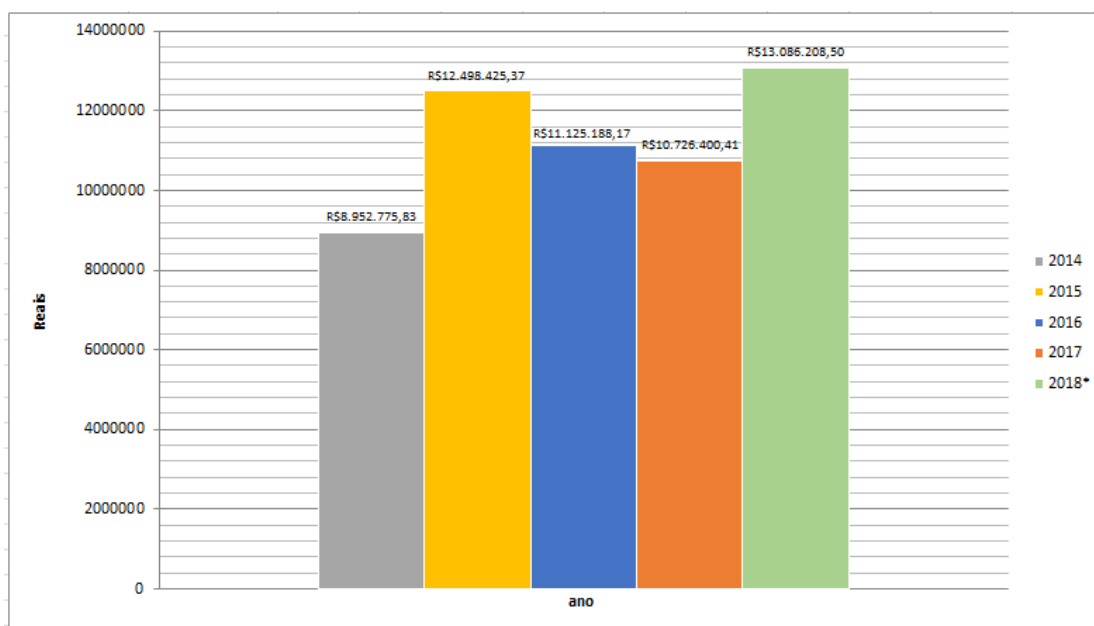
Tabela 9 - Estimativa do Consumo de energia do Campus central da UFRN para o ano de 2018

Mês	Consumo (MWh)	R\$
Janeiro	1.764,48	R\$ 791.591,86
Fevereiro	2.243,46	R\$ 974.157,40
Março	2.641,83	R\$ 1.198.638,20
Abril	2.593,80	R\$ 956.847,53
Maio	2.687,58	R\$ 1.287.748,23
Junho	2.414,36	R\$ 1.112.026,78
Julho	1.793,95	R\$ 917.580,180
Agosto	2.396,43	R\$ 1.168.565,74
Setembro	2.365,48	R\$ 1.146.162,65
Outubro	2.579,80	R\$ 1.235.801,60
Novembro	2.571,76	R\$ 1.267.680,81
Dezembro	2.176,81	R\$ 1.029.407,53
TOTAL	28.229,74	R\$ 13.086.208,50

Fonte: Comissão Interna de Conservação de Energia da UFRN (CICE), março de 2018.

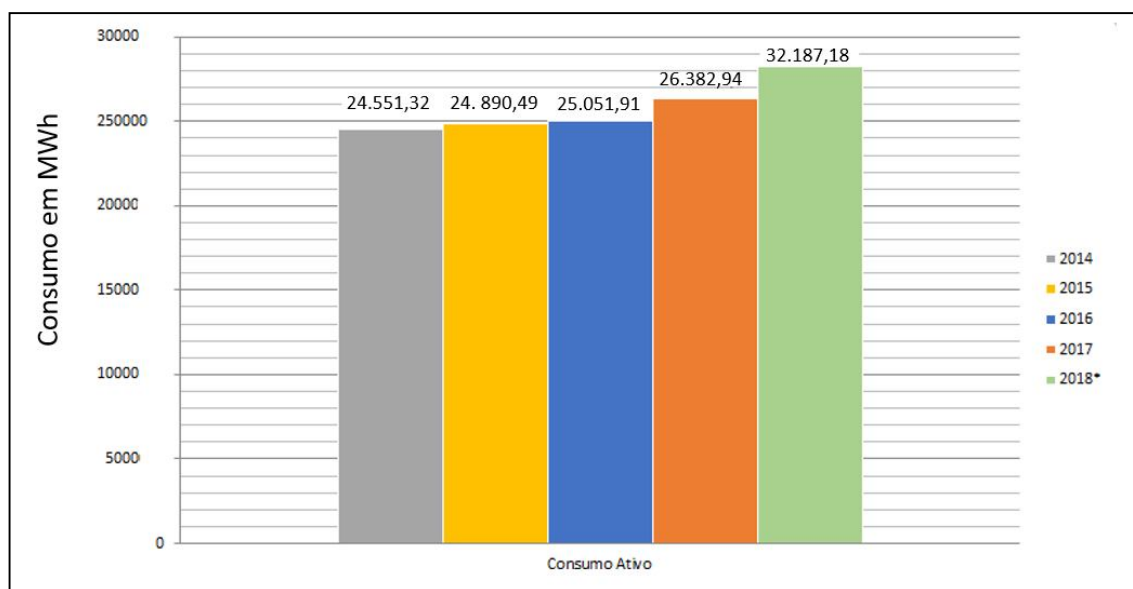
ANEXO D – RELAÇÃO DE GRÁFICOS COM PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN PARA O ANO DE 2018

Gráfico 4 - Projeção de valores do custo de energia em reais do Campus central da UFRN do ano de 2018



Fonte: Comissão Interna de Conservação de Energia da UFRN (CICE), março de 2018.

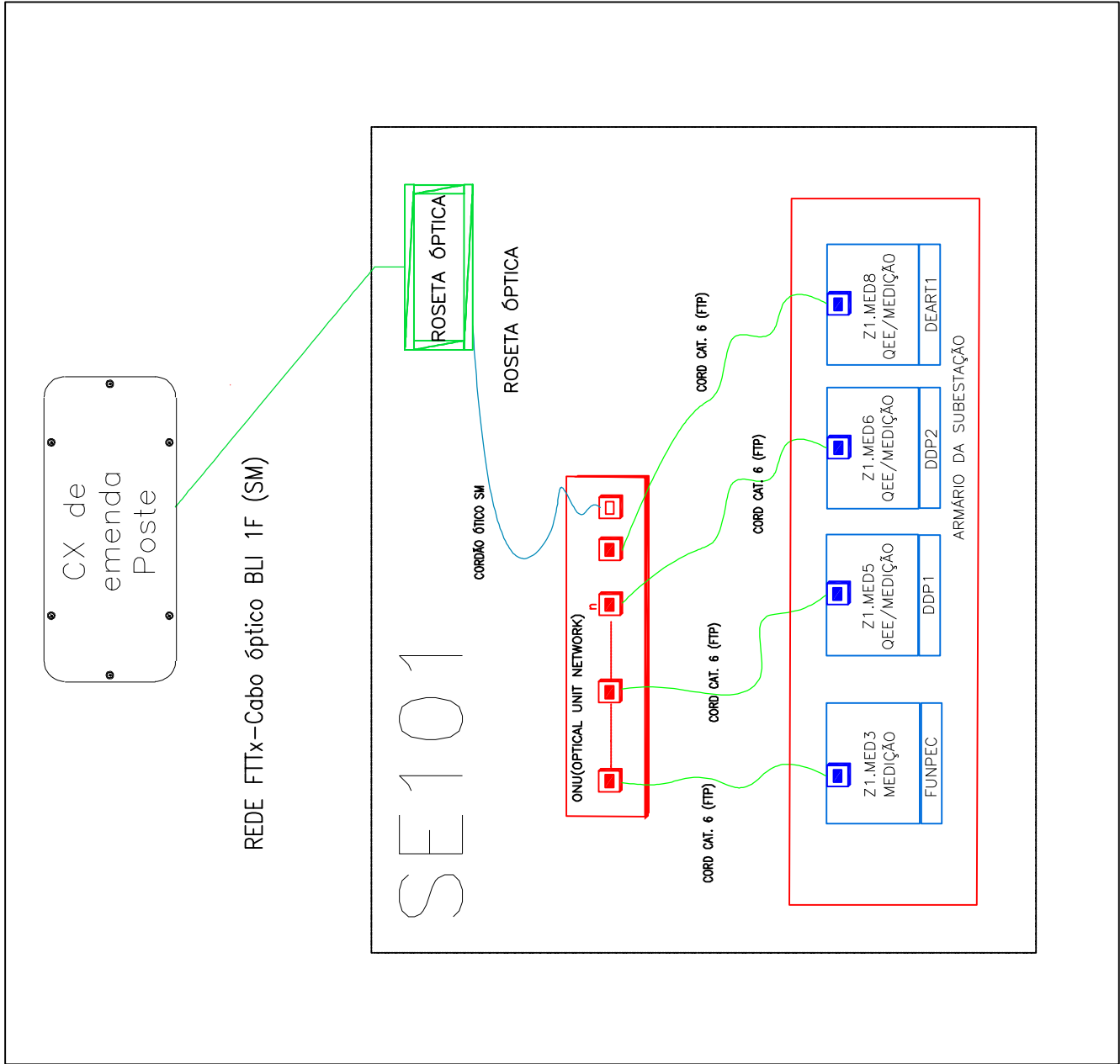
Gráfico 5 - Projeção de Consumo em MWh de energia do Campus central da UFRN do ano de 2018



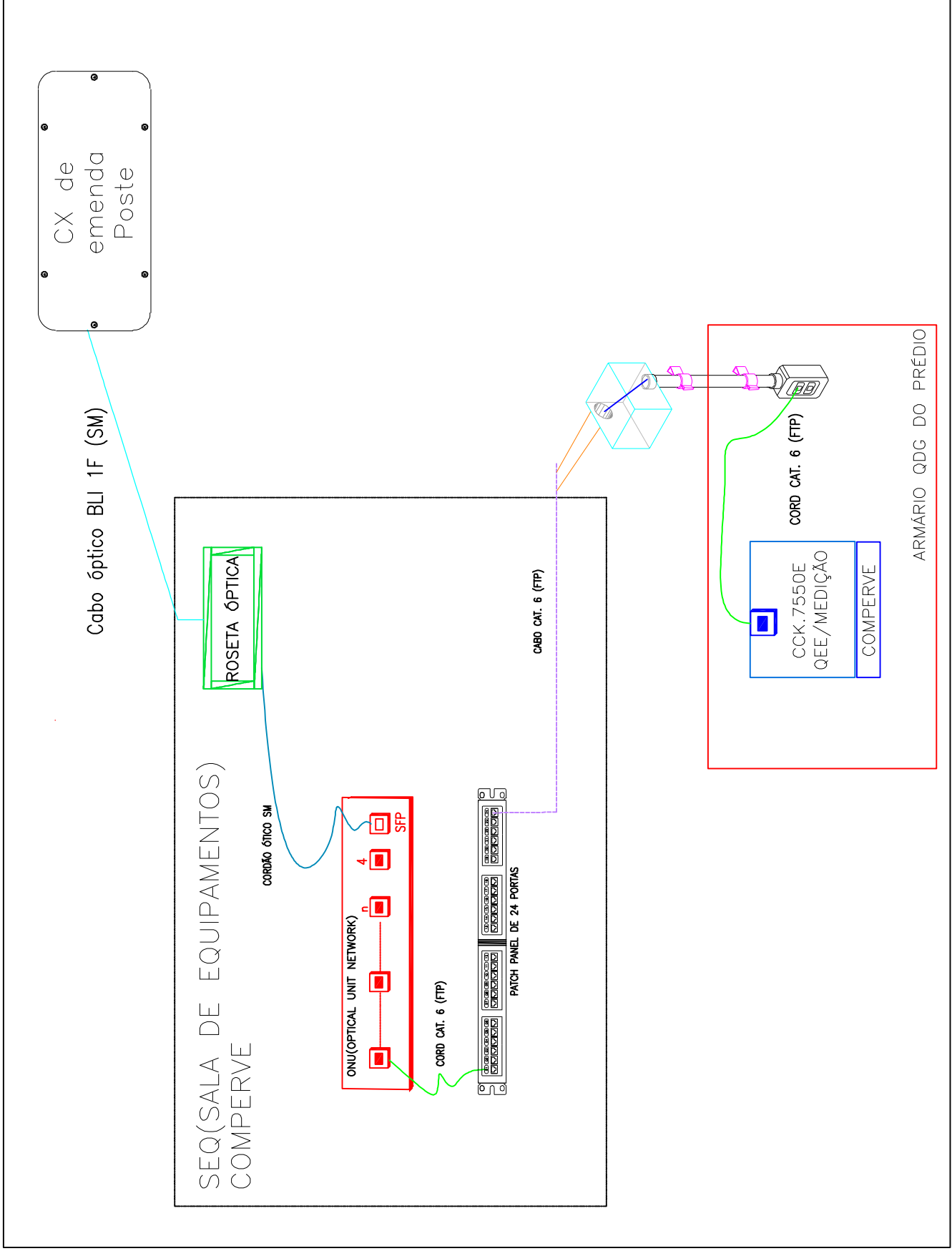
Fonte: Comissão Interna de Conservação de Energia da UFRN (CICE), março de 2018.

ALOCÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA DA ZONA 1					
EDIFÍCIO	EQUIP MEDIÇÃO	FABRICANTE	MODELO	LOCAL INSTALAÇÃO	CENTRO DE CUSTO
COMPERVE	Z1.MED1	CCK	7550E/S	QG–COMPERVE	ADMIN CENTRAL
ALMOX FUNPEC/CPE	S/M	CCK	S/M	S/M	ADMIN CENTRAL
RE 101	Z1.MED2	CCK	4400ME	QG–RE101	ADMIN CENTRAL
INPE	SUB PROPRIA	CCK	S/M	S/M	ADMIN CENTRAL
FUNPEC	Z1.MED3	CCK	400ME	SE101	ADMIN CENTRAL
DAS	Z1.MED4	CCK	7550E/S	QG–DAS	DDP
DDP1	Z1.MED5	CCK	7550E/S	SE101	DDP
DDP2	Z1.MED6	CCK	7550E/S	SE101	DDP
DTO	Z1.MED7	CCK	4400ME	QG–DTO	PROAD
SE 101(ABRIGADA)	S/M	CCK	S/M	S/M	SIN
ANFITEATRO	S/M	CCK	S/M	S/M	SIN
TEMPLO ECUMÊNICO	S/M	CCK	S/M	S/M	SIN
DEART1	Z1.MED8	CCK	7550E/S	SE101	CCHLA
DEART2	Z1.MED9	CCK	7550E/S	QG–DEART2	CCHLA
ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA	Z1.MED10	CCK	4400ME	QG–ESTAÇÃO	CCHLA
NE11/NEI2	Z1.MED11	CCK	7550E/S	MURETA–NEI	CE
SEDIS	Z1.MED12	CCK	7550E/S	QG–SEDIS	CE
ESCOLA DE MÚSICA	Z1.MED13	CCK	7550E/S	QG–EM	INDEPENDENTE
18	13				

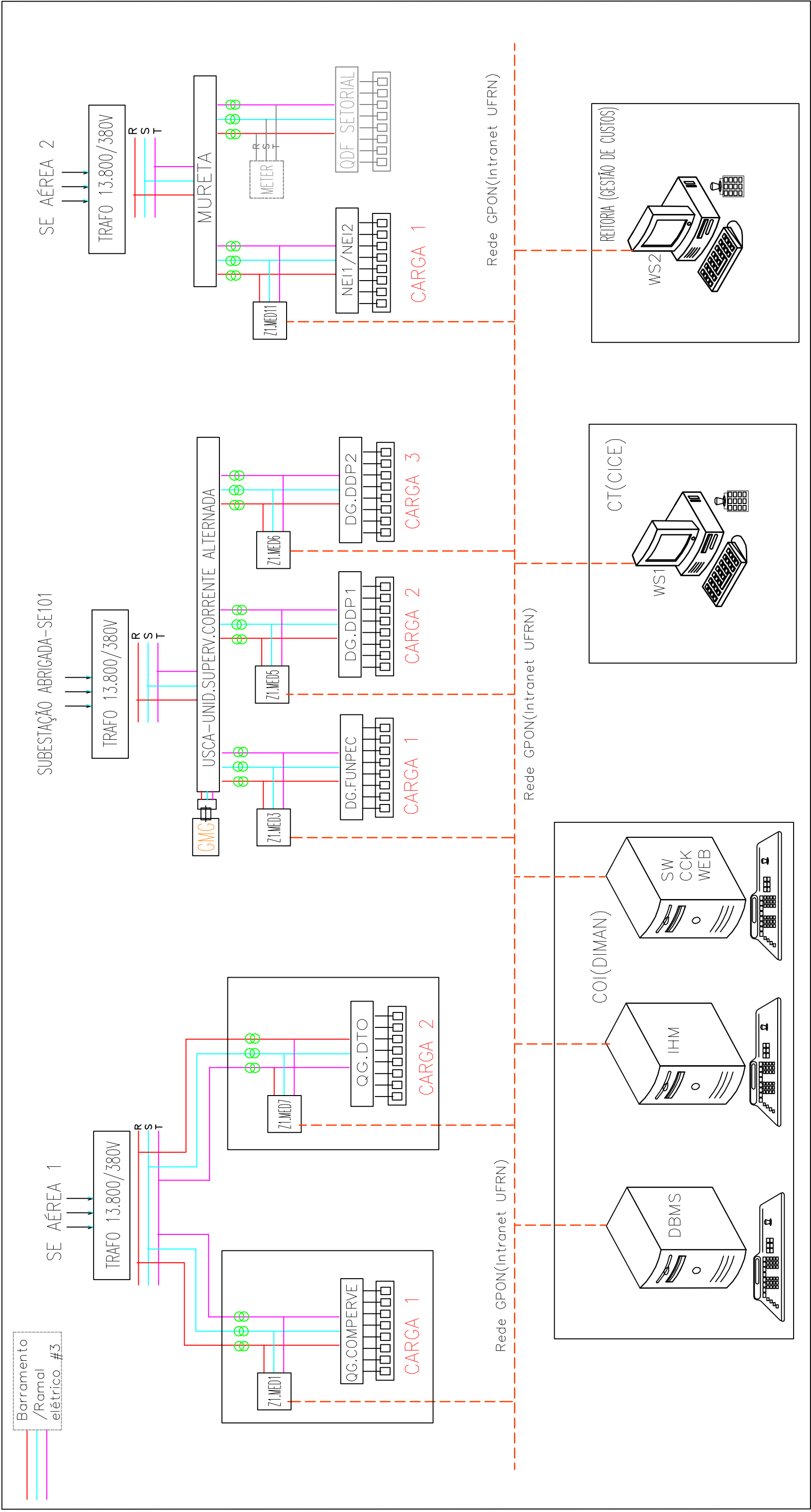
DETALHE 1:QUADRO DE ALOCAÇÃO DOS MEDIDORES DE ENERGIA NAS EDIFICAÇÕES POR CENTRO DE CUSTO



DETALHE 2: DETALHE FUNCIONAL DA REDE DE COMUNICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SE 101



DETALHE 3:DETALHE FUNCIONAL DA REDE DE COMUNICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM QUADRO GERAL ABRIGADO EM EIDIFICAÇÃO



DETALHE 5:DETALHE FUNCIONAL DA INSTALAÇÃO DOS MEDIDORES DE ENERGIA EM SUBESTAÇÕES, MURETAS E QUADROS GERAIS

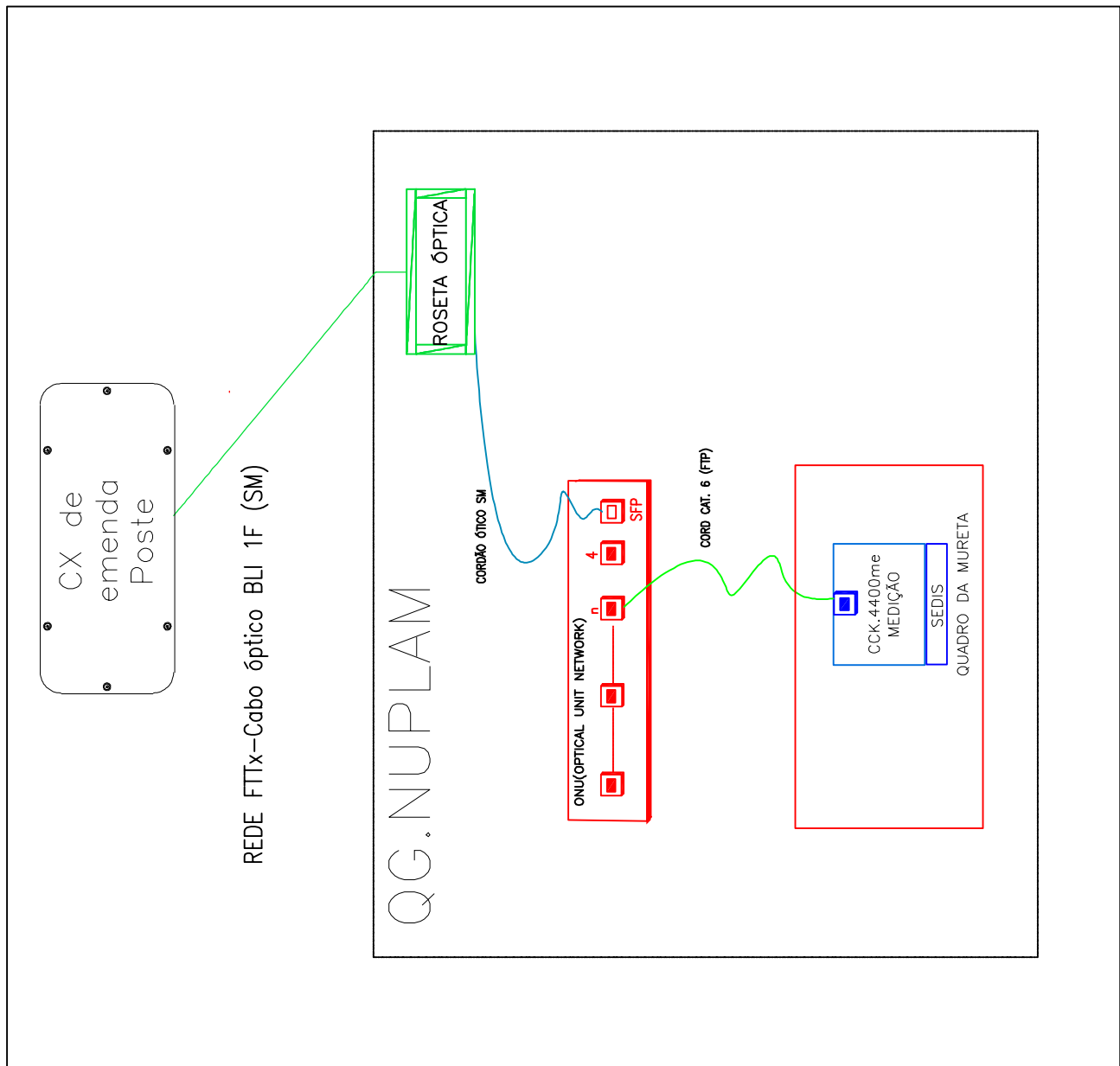
SIMBOLOGIA	
	EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
	CABO DE FIBRA ÓPTICA SM BLU 1F) – Derivação a partir da Rede FTTx á ser construída
	ANEL ÓTICO EM REDE PASSIVA (PON) SM COM 48F – Rede FTTx á ser construída
	CAIXA DE EMENDA DE FIBRA ÓPTICA–REDE FTTx
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE, USADO PARA MEDIÇÃO
	SUBESTAÇÃO ABRIGADA DE 13.800/380V
	RESERVATÓRIO ABRIGADO DE ÁGUA
	SETORIZAÇÃO DO CAMPUS CENTRAL, POR CIÊNCIA ACADÊMICA
	SPLITTER ÓPTICO BALANÇADO COM RAZÃO DE DIVISÃO DE 1:1
	TERMINAL DE LINHA ÓPTICA (OPTICAL LINE TERMINAL– OLT)

PROPRIETÁRIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN Campus Universitário, S/N–Lagoa Nova–Natal/RN	
PROJETO: PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE ENERGIA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN	SOFTWARE: AutoCAD 2018
ESCALA S/E DETALHAMENTO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE ENERGIA NA ZONA 1 (Artes/Música) DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN	DATA 05/03/2018
RESP.TEC: CAD/DES	FRANCHA TIPO 2 1/6

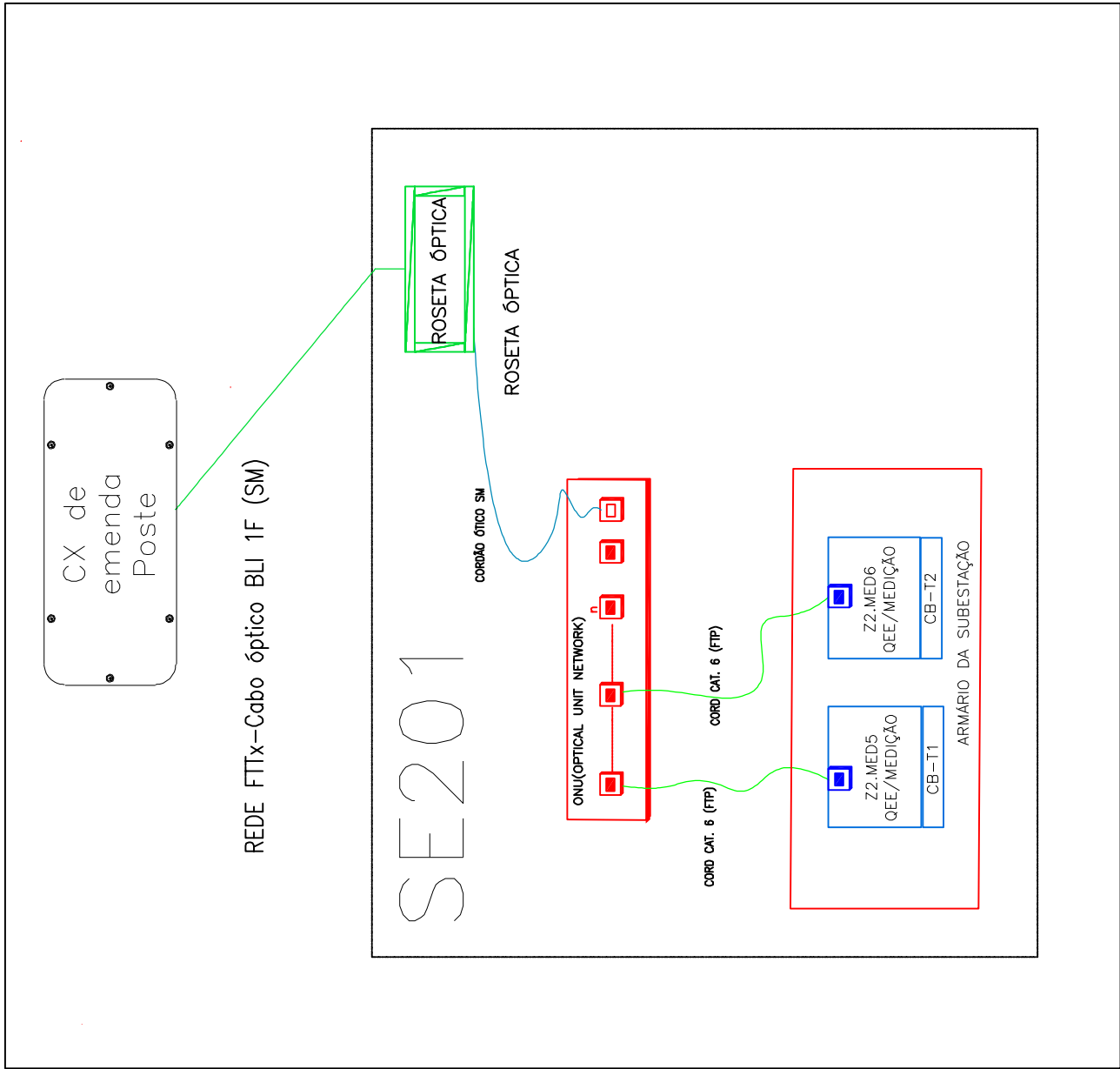
ALOCÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA DA ZONA 2					
EDIFÍCIO	EQUIP MEDIÇÃO	FABRICANTE	MODELO	LOCAL INSTALAÇÃO	CENTRO DE CUSTO
NUPLAM	Z2.MED1	CCK	7550E/S	QG–NUPLAM	ADMIN CENTRAL
DIV. SEG PATR	Z2.MED2	CCK	7550E/S	MURETA EDIT	PROAD
ARO GERAL		CCK			PROAD
DEP. MAT/PATRIM		CCK			PROAD
EDITORA		CCK			PROAD
ALMOX CENTRAL		CCK			PROAD
CPL		CCK			PROAD
DEP. INSERVIVEIS		CCK			PROAD
DIV. PATRIM		CCK			PROAD
ALMOX. GASES		CCK			PROAD
CENT. MAT. CONST.		CCK			PROAD
RE201	Z2.MED3	CCK	4400ME	QG–RE201	SIN
SE201	S/M	–	–	–	SIN
SE202	S/M	–	–	–	SIN
SUB ELÉT 69kV	Z2.MED4	CCK	6700E	QG–SE69kV	SIN
SUB ELÉT 69kV	Z2.MED10	CCK	7550E/S	QG–SE69kV	SIN
DEP. RES. RADII	Z2.MED5/Z2.MED6	CCK	7550E/S	SE201	CB
CB		CCK			CB
BIÓTERIO		CCK			CB
PRIMATOLOGIA		CCK			CB
BOTÂNICA		CCK			CB
ENTOMOLOGIA		CCK			CB
SAPEC		CCK			CB
LAB. ECOLOGIA		CCK			CB
DECOL	Z2.MED7	CCK	7550E/S	SE202	CB
GENÉTICA	Z2.MED8	CCK	7550E/S	SE202	CB
MUSEU	Z2.MED9	CCK	4400ME	QG–MUSEU	CB
25	9				CB

DETALHE 1: TABELA DE ALOCAÇÃO DOS MEDIDORES DE ENERGIA NAS EDIFICAÇÕES POR CENTRO DE CUSTO – ZONA 2

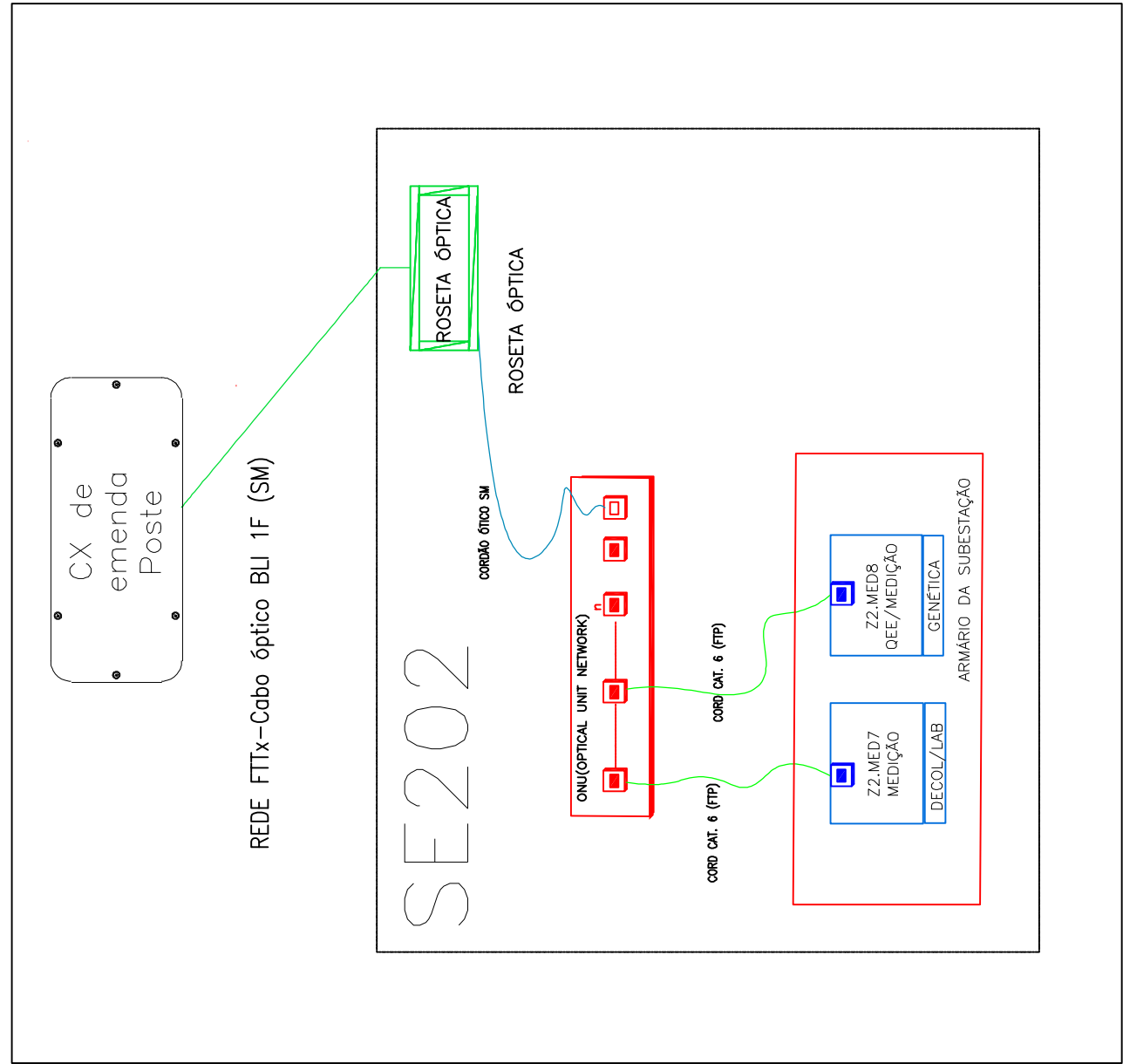
PROPRIETÁRIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN Campus Universitário, S/N–Lagoa Nova–Natal/RN			
PROJETO:	SOFTWARE: AutoCAD 2018		
ESCALA	DETALHAMENTO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE ENERGIA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN	DATA	
S/E	DETALHAMENTO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE ENERGIA NA ZONA 2 DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN	05/03/2018	
RESP.TEC: CAD/DES	Engª Eletricista Jaqueleine Pereira da Silva – CREA:21114662101.Rn		PRANCHA TIPO 2
			2/6



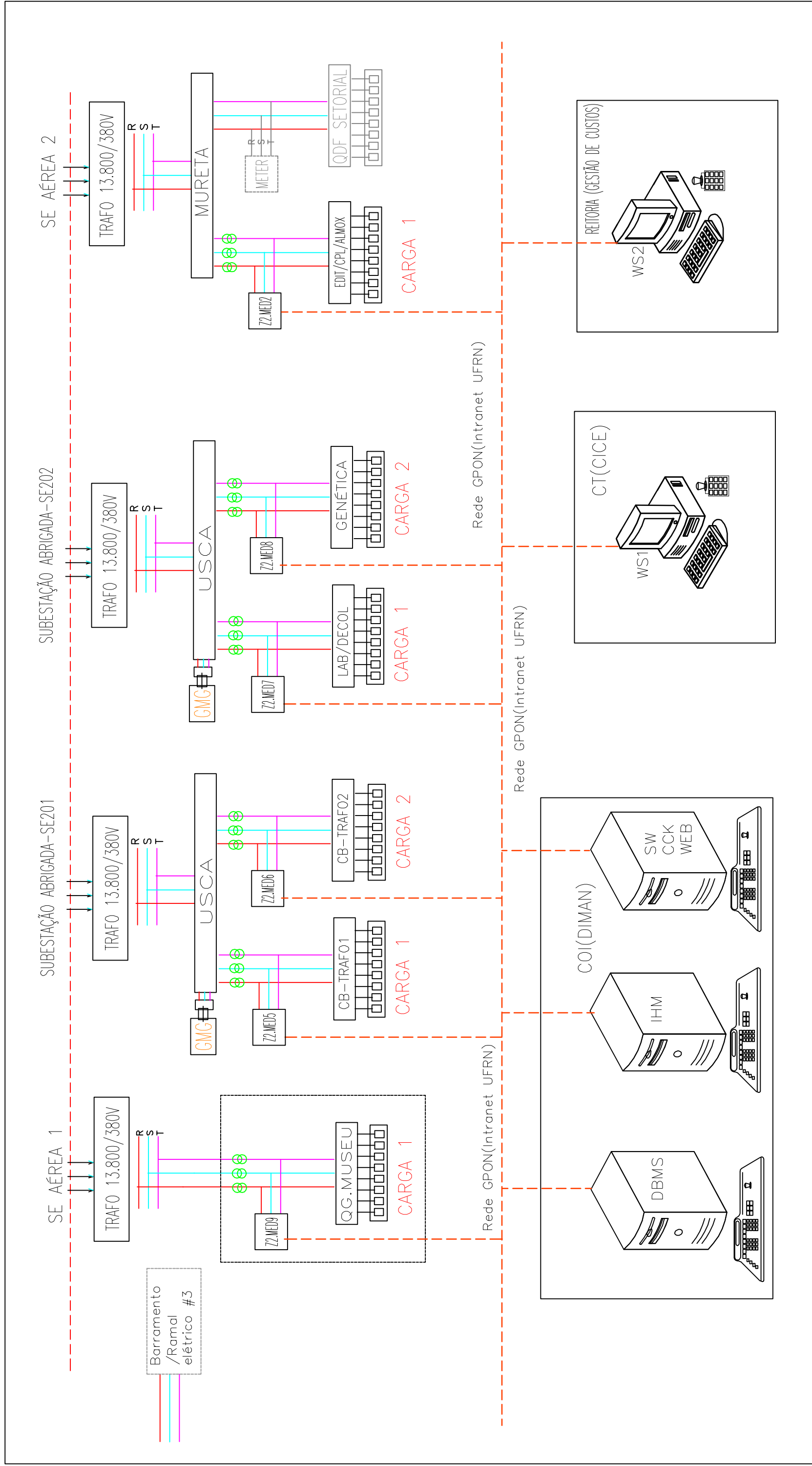
DETALHE 2:DETALHE FUNCIONAL DA REDE DE COMUNICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM QUADROS



DETALHE 3:DETALHE FUNCIONAL DA REDE DE COMUNICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SE 201



DETALHE 4:DETALHE FUNCIONAL DA REDE DE COMUNICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SE 202

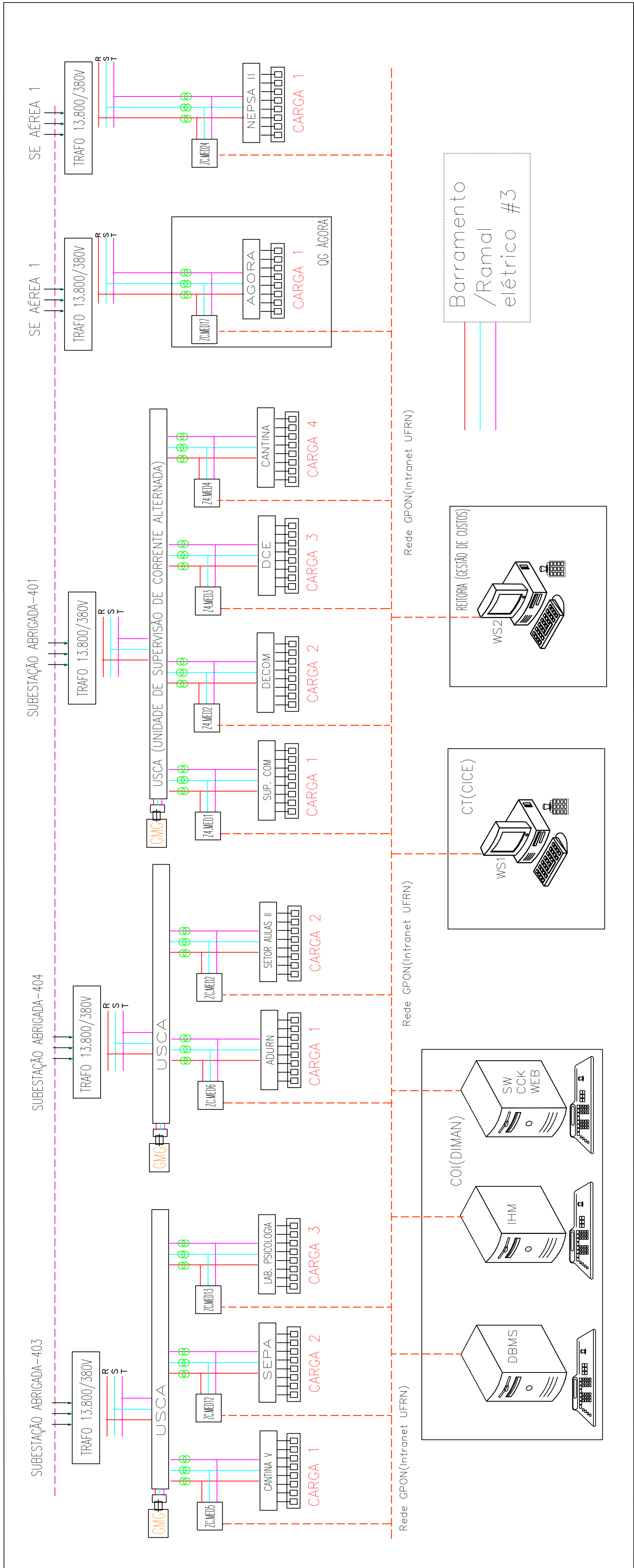


DETALHE 5:DETALHE FUNCIONAL DA INSTALAÇÃO DOS MEDIDORES DE ENERGIA EM SUBESTAÇÕES, MURETAS E QUADROS GERAIS

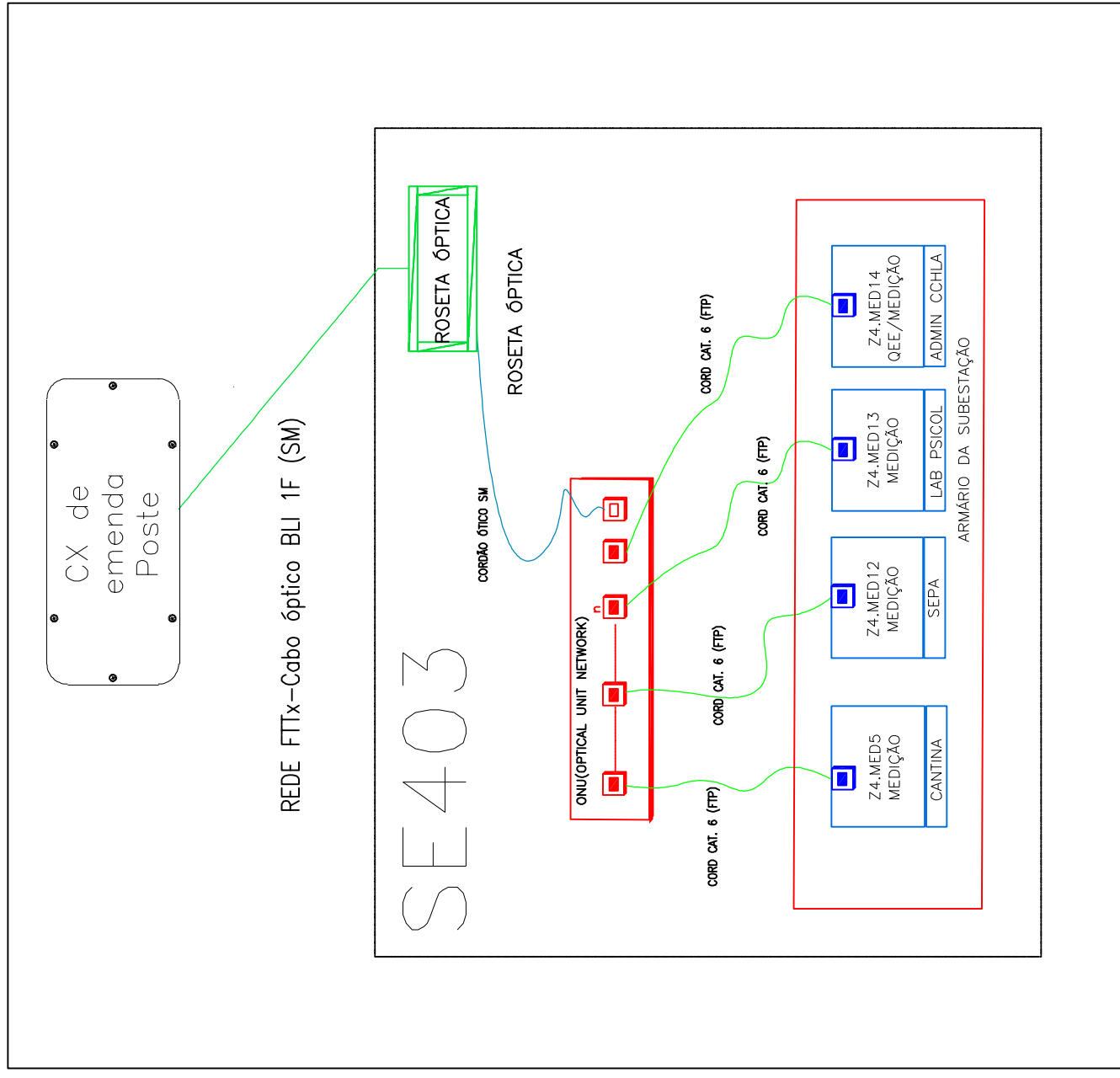
ALOCÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA DA ZONA 4				
EDIFÍCIO	EQUIP MEDIÇÃO	FABRICANTE	MODELO	LOCAL INSTALAÇÃO
SUP. COM	Z4.MED1	CKK	7550E/S	SE 401
DECOM	Z4.MED2	CKK	7550E/S	SE 401
DCE	Z4.MED3	CKK	4400ME	SE 401
CANTINA ST I	Z4.MED4	CKK	4400ME	SE 401
CANTINA ST V	Z4.MED5	CKK	4400ME	SE 403
ADURN	Z4.MED6	CKK	4400ME	SE 404
CANTINA S II	Z4.MED7	CKK	4400ME	SE 404
CENTROS ACAD	Z4.MED28	CKK	4400ME	SE 404
AGORA	Z4.MED17	CKK	7550E/S	QG-AGORA
LAB. ARQ	Z4.MED11	CKK	4400ME	SE 401
CENTR ACQ/PRAT FLOR	Z4.MED16	CKK	4400ME	SE 401
SEPA	Z4.MED12	CKK	4400ME	SE 403
LAB PSICO	Z4.MED13	CKK	4400ME	SE 403
ADM CCHLA	Z4.MED14	CKK	7550E/S	SE 403
SETOR V	Z4.MED18	CKK	7550E/S	SE 403
NUCLEO PP	Z4.MED26	CKK	7550E/S	SE 403
CCHLA AMP	Z4.MED27	CKK	7550E/S	SE 403
SETOR II	Z4.MED15	CKK	7550E/S	SE 404
NEPSA II	Z4.MED24	CKK	4400ME	MURETA NEPSA II
CE 1	Z4.MED22	CKK	7550E/S	SE 402A
CE 2	Z4.MED23	CKK	7550E/S	SE 402A
SETOR I	Z4.MED19	CKK	7550E/S	SE 402B
ADMIN CCSA	Z4.MED20	CKK	7550E/S	SE 402B
NEPSA I	Z4.MED21	CKK	4400ME	SE 402B
NÚC PJ	Z4.MED25	CKK	4400ME	SE 402B
RE 401	Z4.MED8	CKK	4400ME	QG-RE 401
RE 402	Z4.MED9	CKK	4400ME	QG-RE 402
RE 403	Z4.MED10	CKK	4400ME	QG-RE 403
SE 402B	S/M	S/M	S/M	S/M
SE 403	S/M	S/M	S/M	S/M
SE 404	S/M	S/M	S/M	S/M

DETALHE 1: TABELA DE ALOCAÇÃO DOS MEDIDORES DE ENERGIA NAS EDIFICAÇÕES POR CENTRO DE CUSTO – ZONA 4

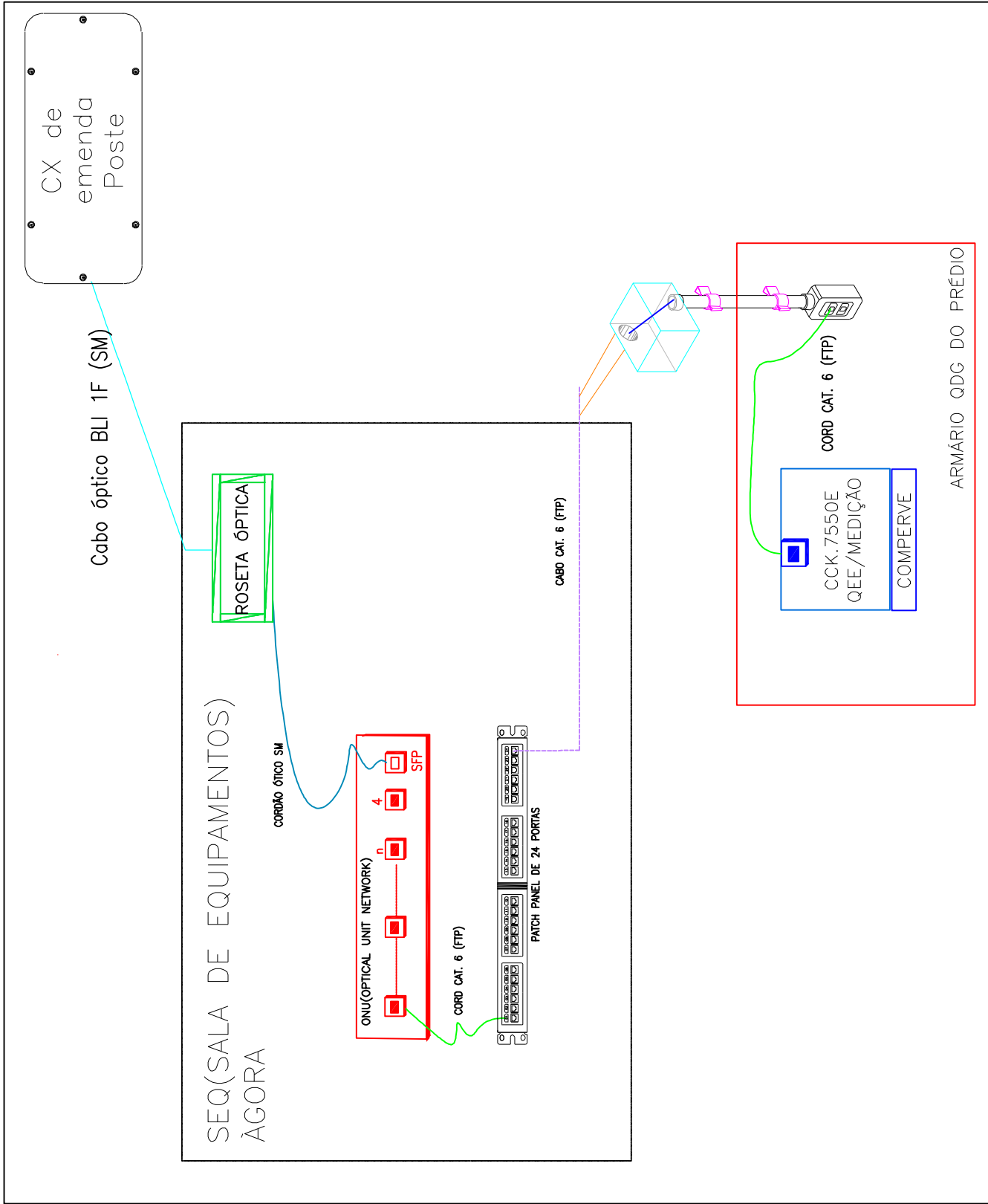
PROPRIETÁRIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN Campus Universitário, S/N–Lagoa Nova–Natal/RN		SOFTWARE: AutoCAD 2018	
PROJETO: PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE ENERGIA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN		DATA 05/03/2018	
ESCALA S/E	DETALHAMENTO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE ENERGIA NA ZONA 4 (Ciências Humanas e Sociais) DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN	FRANCHA TIPO 2 5/6	
RESP.TEC: CAD/DES	Engº Eletricista Jaqueline Pereira da Silva – CREA:2114662101.Rn		



DETALHE 2 : DETALHE FUNCIONAL DA INSTALAÇÃO DOS MEDIDORES DE ENERGIA EM SUBESTAÇÕES MURETAS E QUADROS GERAIS



DETALHE 3: DETALHE FUNCIONAL DA REDE DE COMUNICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SE 403

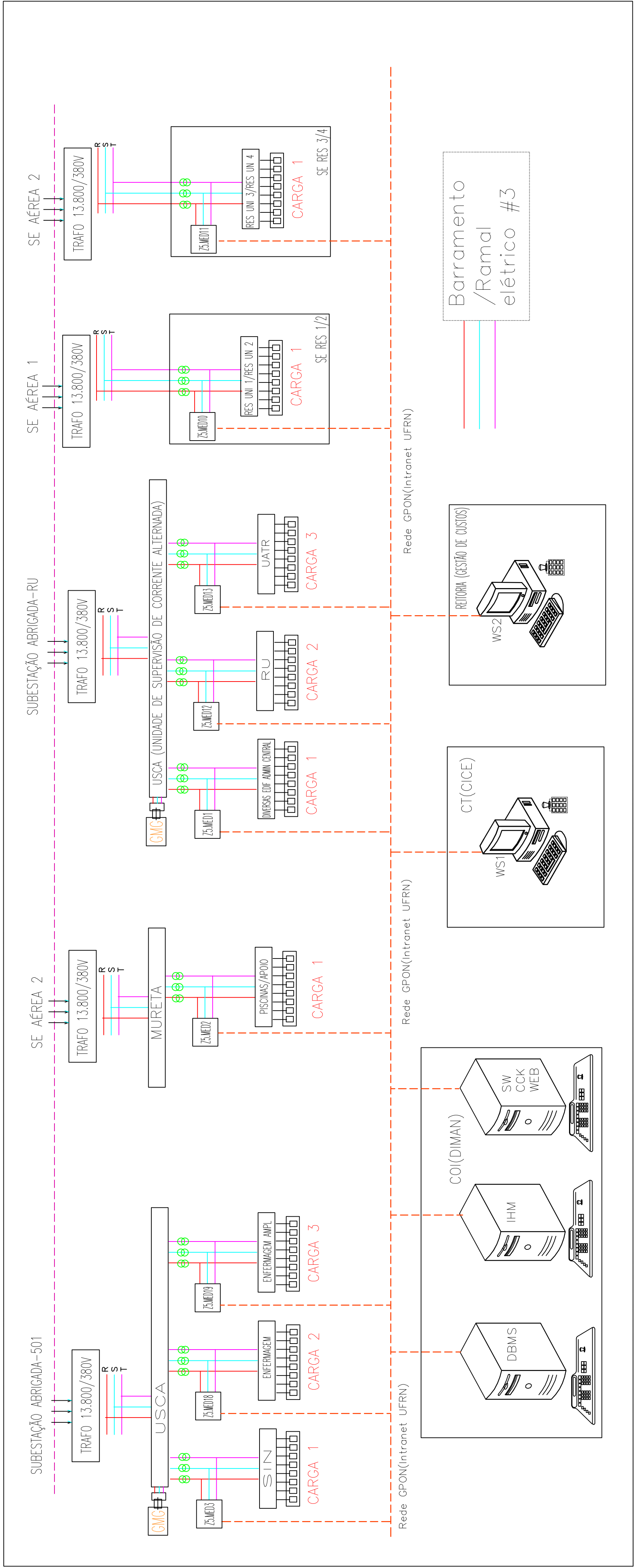


DETALHE 4 : DETALHE FUNCIONAL DA REDE DE COMUNICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM QUADRO GERAL ABRIGADO EM EDIFICAÇÃO

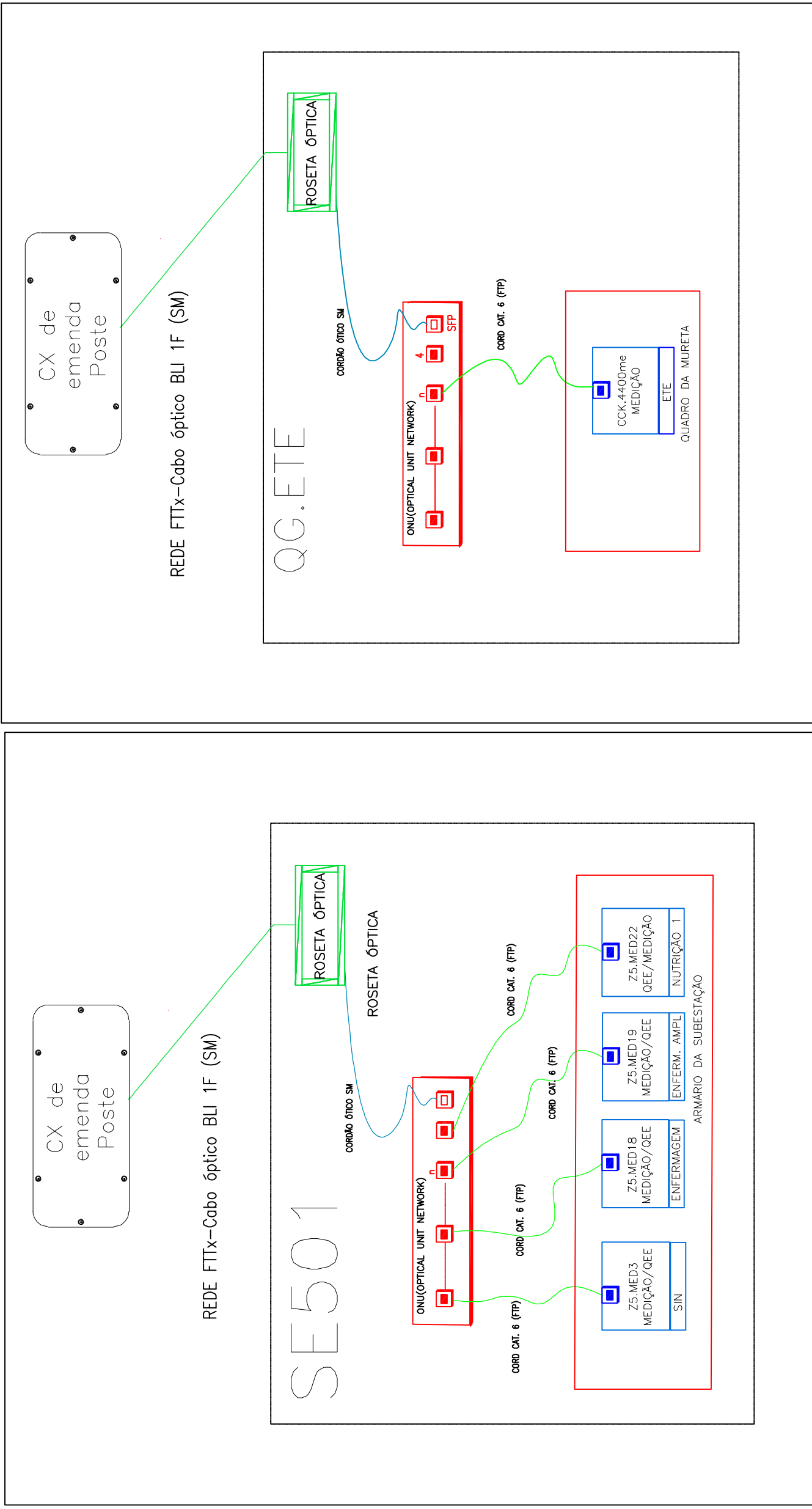
SIMBOLOGIA	
	EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
	CABO DE FIBRA ÓPTICA SM BLU (1F) – Derivação o perfil do Rede FTTx é ser construído
	ANEL ÓTICO EM REDE PASSIVA (PON) SM COM 48F – Rede FTTx é ser construído
	CAIXA DE EMENDA DE FIBRA ÓPTICA-REDE FTTx
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE, USADO PARA MEDIÇÃO
	SUBESTAÇÃO ABRIGADA DE 13.800/380V
	RESERVATÓRIO ABRIGADO DE ÁGUA
ZONA	SETORIZAÇÃO DO CAMPUS CENTRAL, POR CIÊNCIA ACADÊMICA
	SPLITTER ÓPTICO BALANÇADO COM RAZÃO DE DIVISÃO DE 1:1
	TERMINAL DE LINHA ÓPTICA (OPTICAL LINE TERMINAL – OLT)

ALOCÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA DA ZONA 5				
EDIFÍCIO	EQUIP MEDIÇÃO	FABRICANTE	MODELO	LOCAL INSTALAÇÃO
CAS DE VGETAÇÃO	Z5.MED1	CCK	4400ME	ADMIN CENTRAL
REAP REST CONST		CCK		ADMIN CENTRAL
LAB BOT APLIC		CCK		ADMIN CENTRAL
LAB TRAT RES SÓLIDOS		CCK		ADMIN CENTRAL
VESTIÁRIO/YOGA	Z5.MED2	CCK	4400ME	ADMIN CENTRAL
PISCINA OLIMPICA		CCK		ADMIN CENTRAL
APOIO PISCINAS		CCK		ADMIN CENTRAL
PISCINA SEMI I		CCK		ADMIN CENTRAL
PISCINA SEMI II		CCK		ADMIN CENTRAL
CASA DE BOMBAS		CCK		ADMIN CENTRAL
SIN	Z5.MED3	CCK	7550E/S	SE 501
RES PÓS GRAD	Z5.MED4	CCK	4400ME	QG-RES
ETE	Z5.MED5	CCK	4400ME	QG-ETE
GINÁSIO POL I	Z5.MED6	CCK	4400ME	MURETA GINÁSIO
DEF	Z5.MED7	CCK	4400ME	QG-DEF
PARQUE OLIMPICO	Z5.MED8	CCK	4400ME	SE PARQUE
GINÁSIO POL II	Z5.MED9	CCK	4400ME	MURETA GIN
RES UN I	Z5.MED10	CCK	4400ME	SAE
RES UN II		CCK		SAE
RES UN III	Z5.MED11	CCK	4400ME	SAE
RES UN IV		CCK		SAE
REST UNIV	Z5.MED12	CCK	7550E/S	SE RU
UATR	Z5.MED13	CCK	4400ME	SE RU
ADMIN DIMAN	Z5.MED14	CCK	4400ME	QG-DIMAN
PAVIL MANU	Z5.MED15	CCK	4400ME	QG-DIMAN
ALOU DIMAN	Z5.MED16	CCK	4400ME	QG-ALOU
RE 501	Z5.MED17	CCK	4400ME	QG-RE 501
ENFERMAGEM	Z5.MED18	CCK	7550E/S	SE 501
ENFER AMPL	Z5.MED19	CCK	7550E/S	SE 501
FISIOTERAPIA	Z5.MED20	CCK	7550E/S	QG-FISIO 1
FISIOTERAPIA AMP	Z5.MED21	CCK	7550E/S	QG-FISIO 2
NUTRIÇÃO 1	Z5.MED22	CCK	7550E/S	SE 501
NUTRIÇÃO 2	Z5.MED23	CCK	7550E/S	SE 501
CIVTN 1	Z5.MED24	CCK	7550E/S	QG-CIVTN
CIVTN 2	Z5.MED25	CCK	7550E/S	QG-CIVTN

DETALHE 1: TABELA DE ALOCAÇÃO DOS MEDIDORES DE ENERGIA NAS EDIFICAÇÕES POR CENTRO DE CUSTO – ZONA 5



DETALHE 2 :DETALHE FUNCIONAL DA INSTALAÇÃO DOS MEDIDORES DE ENERGIA EM SUBESTAÇÕES MURETAS E QUADROS GERAIS



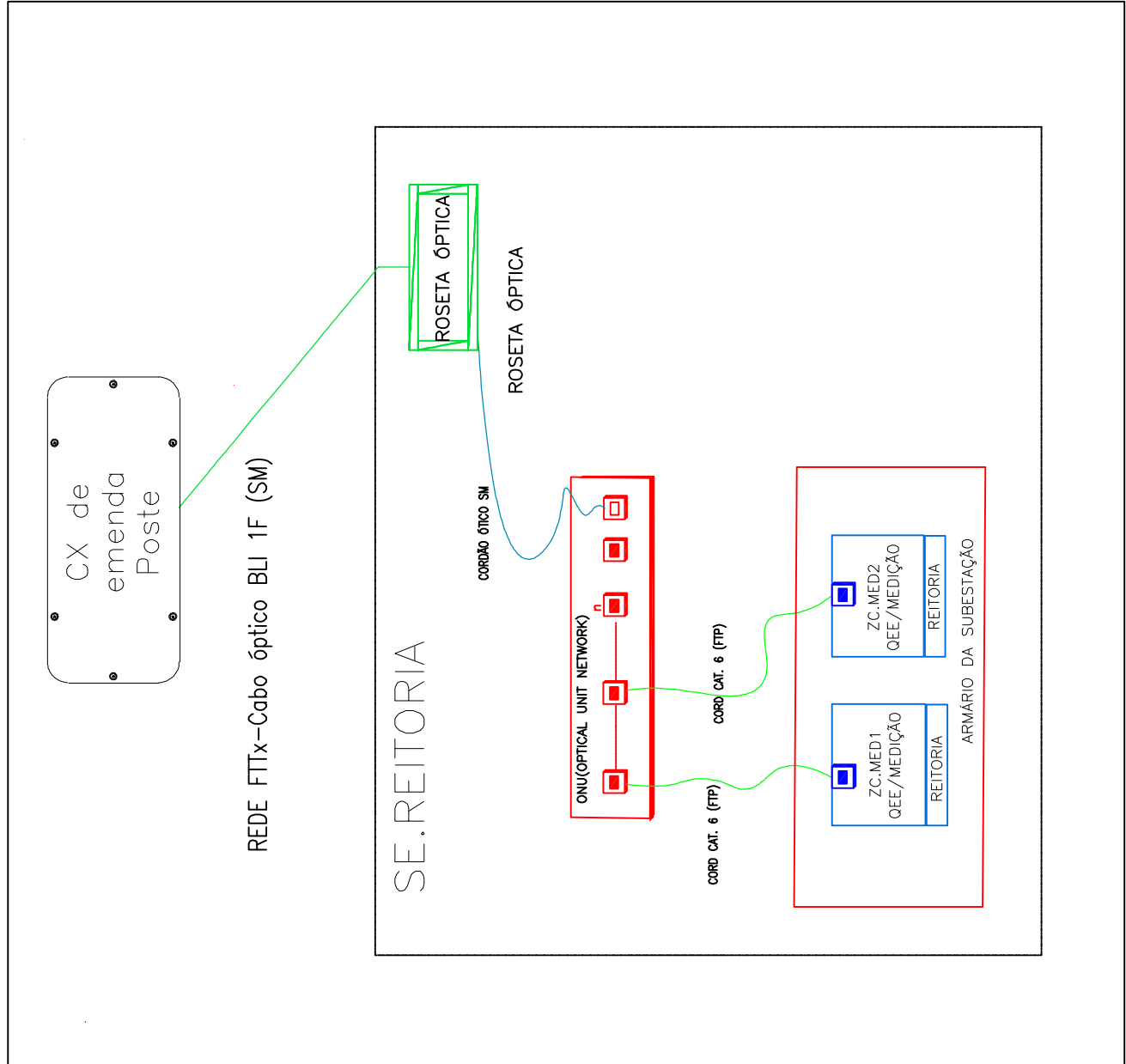
DETALHE 3: DETALHE FUNCIONAL DA REDE DE COMUNICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SE 403

SIMBOLOGIA	
	EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
	CABO DE FIBRA ÓPTICA SM BU 1F - Derivação a partir da Rede FTTx a ser construída
	ANEL ÓTICO EM REDE PASSIVA (PON) SM - COM 48F - Rede FTTx a ser construída
	CAIXA DE EMENDA DE FIBRA ÓPTICA-REDE FTTx
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE, USADO PARA MEDIÇÃO
	SUBESTAÇÃO ABRIGADA DE 13.800V/380V
	RESERVATÓRIO ABRIGADO DE ÁGUA
	ZONA
	SPLITTER ÓPTICO BALANÇADO COM RAZÃO DE DIVISÃO DE 1:N
	TERMINAL DE LINHA ÓPTICA (OPTICAL LINE TERMINAL - OLT)

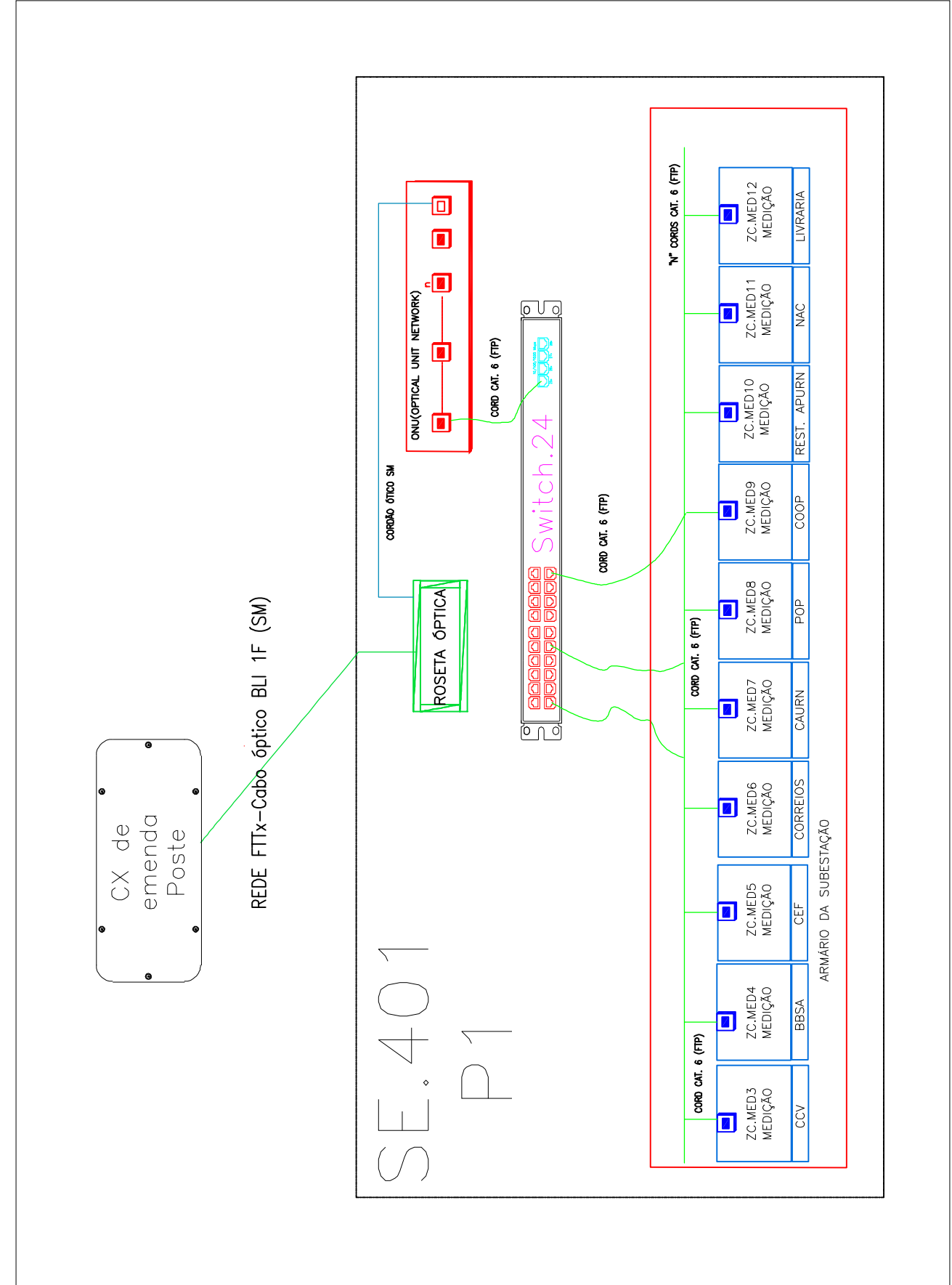
PROPRIETÁRIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN Campus Universitário, S/N–Lagoa Nova–Natal/RN	
PROJETO: PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE ENERGIA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN	SOFTWARE: AutoCAD 2018
ESCALA S/E DETALHAMENTO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE ENERGIA NA ZONA 5 (xxxxx) DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN	DATA 05/03/2018
RESP.TEC: CAB/DPS Engº Eletricista Jaqueline Pereira da Silva – CREA-2114662101.Rn	PRANCHA TIPO 2 6/6

ALOCÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA DA ZONA CENTRAL				
EDIFÍCIO	EQUIP MEDIÇÃO	FABRICANTE	MODELO	LOCAL INSTALAÇÃO
REITORIA.1	ZC.MED1	CKK	7550E/S	SE-REITORIA
REITORIA.2	ZC.MED2	CKK	7550E/S	SE-REITORIA
CCV	ZC.MED3	CKK	4400ME	SE401
	ZC.MED4	CKK	4400ME	SE401
BBSA	ZC.MED5	CKK	4400ME	SE401
	ZC.MED6	CKK	4400ME	SE401
CEF	ZC.MED7	CKK	4400ME	SE401
CORREIOS	ZC.MED8	CKK	4400ME	SE401
CAURN	ZC.MED9	CKK	4400ME	SE401
POP	ZC.MED10	CKK	4400ME	SE401
COOPERATIVA	ZC.MED11	CKK	4400ME	SE401
REST. APURN	ZC.MED12	CKK	4400ME	SE401
NAC	ZC.MED13	CKK	4400ME	SE401
LIVRARIA	ZC.MED14	CKK	4400ME	SE401
SANTANDER	ZC.MED15	CKK	4400ME	SE401
BCZM				
ANEXO BCZM				
18	17			

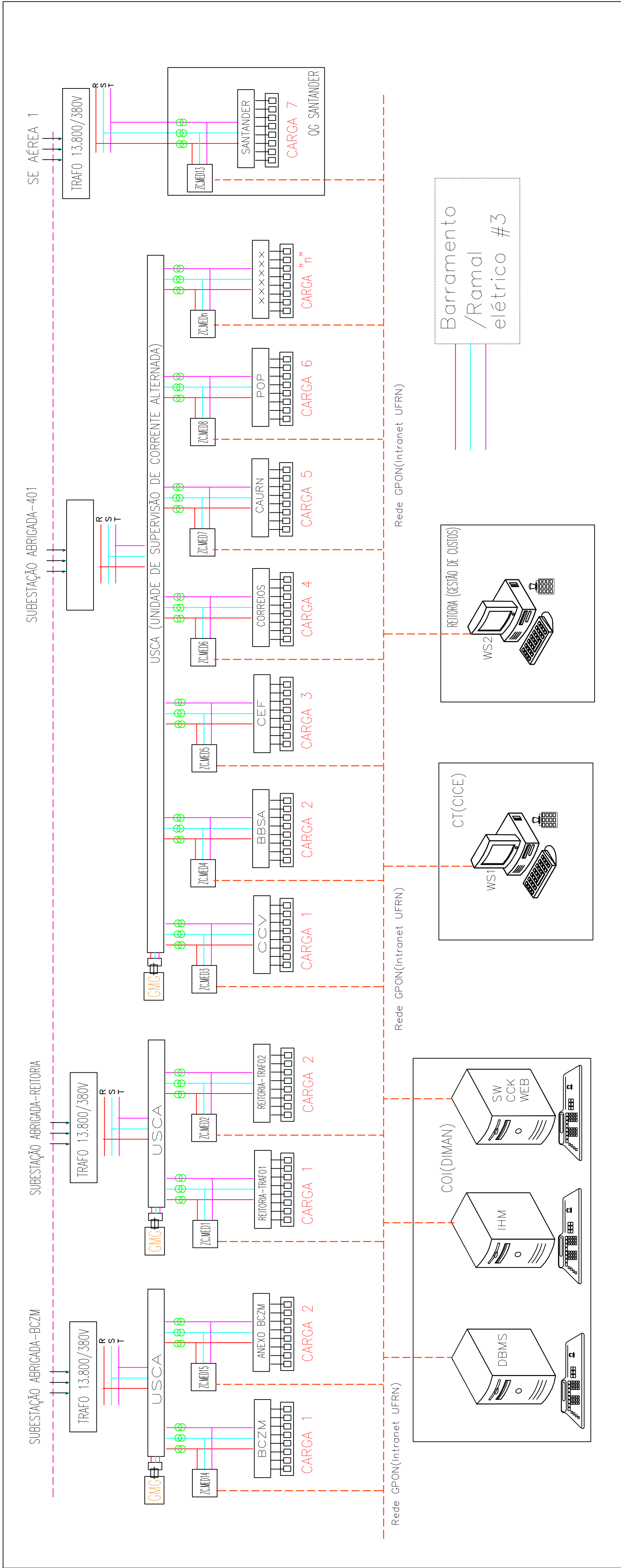
DETALHE 1: TABELA DE ALOCAÇÃO DOS MEDIDORES DE ENERGIA NAS EDIFICAÇÕES POR CENTRO DE CUSTO – ZONA CENTRAL



DETALHE 2: DETALHE FUNCIONAL DA REDE DE COMUNICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SE DA REITORIA



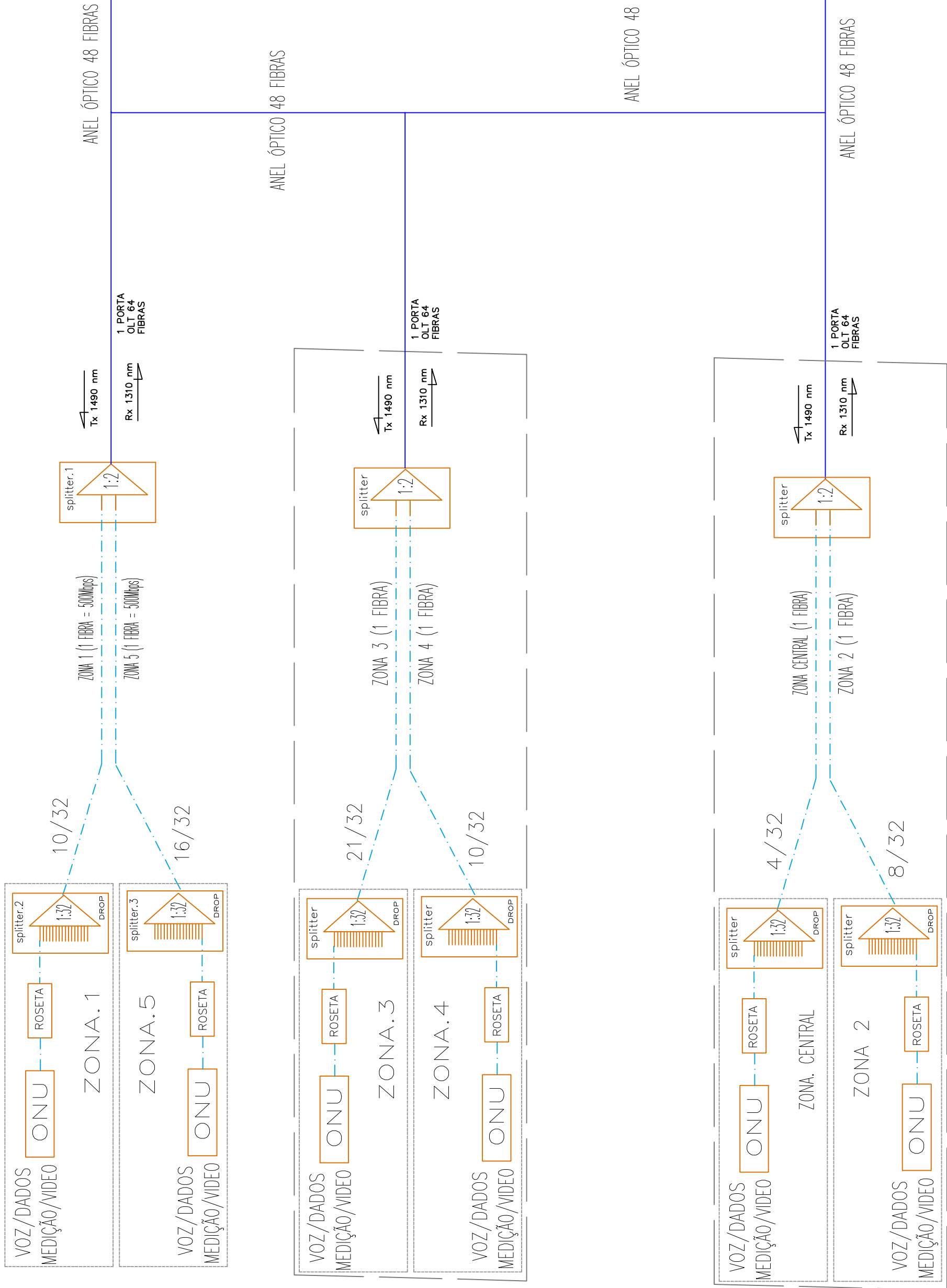
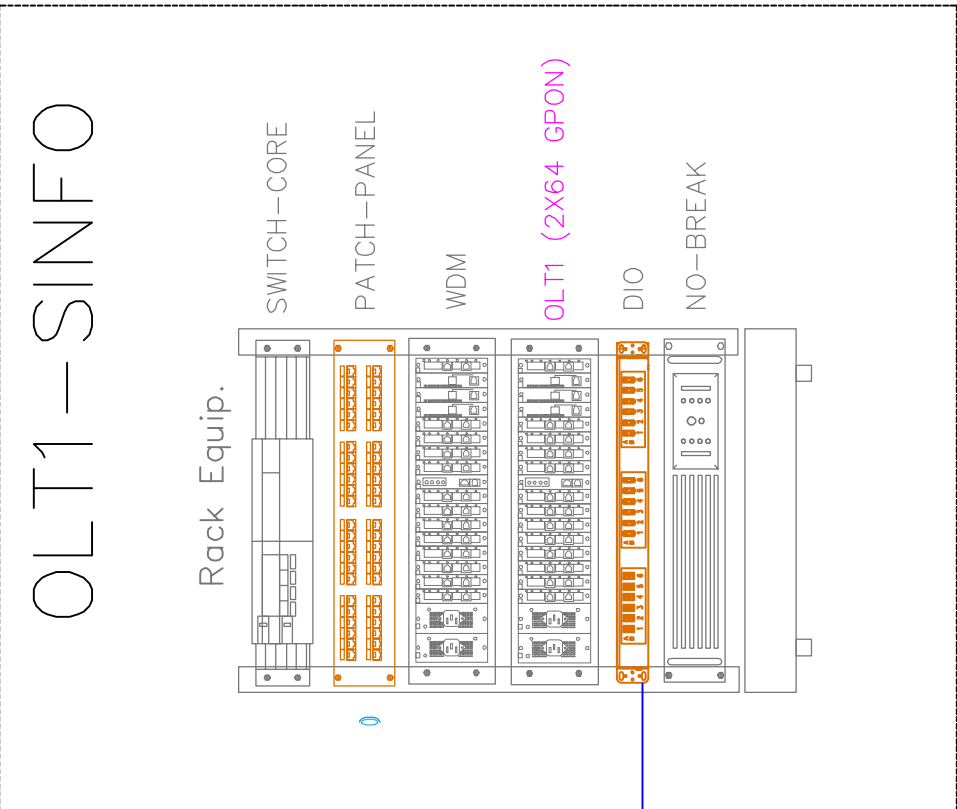
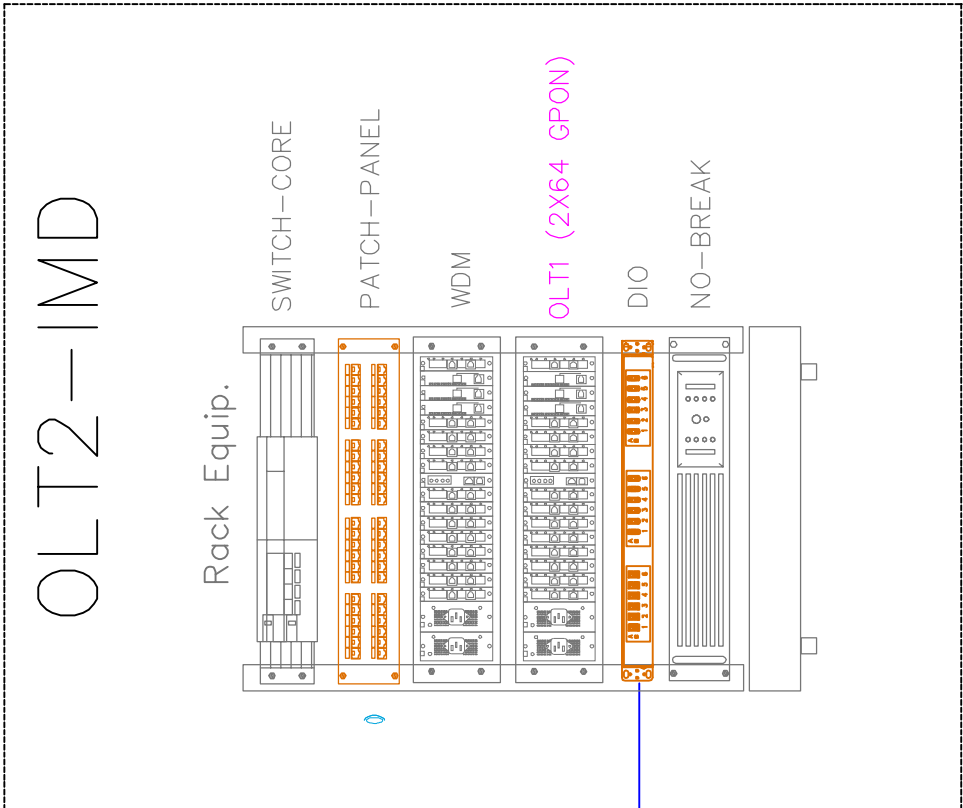
DETALHE 3: DETALHE FUNCIONAL DA REDE DE COMUNICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SE ABRIGADA DO CENTRO DE CONVIVÊNCIA



DETALHE 5: DETALHE FUNCIONAL DA INSTALAÇÃO DOS MEDIDORES DE ENERGIA EM SUBESTAÇÕES, MURETAS E QUADROS GERAIS

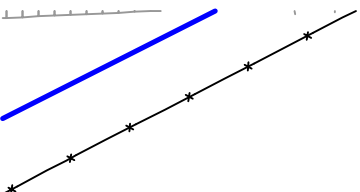
SIMBOLOGIA	
	EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
	CABO DE FIBRA ÓPTICA SM BLU 1F) - Iteração a partir do Rede FTTx 6 ser construído
	ANEL ÓPTICO EM REDE PASSIVA (PON) SM COM 48F - Rede FTTx 6 ser construído
	CAXA DE EMENDA DE FIBRA ÓPTICA-REDE FTTx
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE, USADO PARA MEDIÇÃO
	SUBESTAÇÃO ABRIGADA DE 13.800/380V
	RESERVATÓRIO ABRIGADO DE ÁGUA
	SETORIZAÇÃO DO CAMPUS CENTRAL, POR CIÊNCIA ACADÊMICA
	SPLITTER ÓPTICO BALANCEADO COM RAZÃO DE DIVISÃO DE 1:N
	TERMINAL DE LINHA ÓPTICA (OPTICAL LINE TERMINAL - OLT)

PROPRIETÁRIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN Campus Universitário, S/N–Lagoa Nova–Natal/RN	
PROJETO: PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE ENERGIA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN	SOFTWARE: AutoCAD 2018
ESCALA: S/E	DATA: 05/03/2018
RESP.TEC: CAD/DES	PRANCHA TIPO 2 3/6



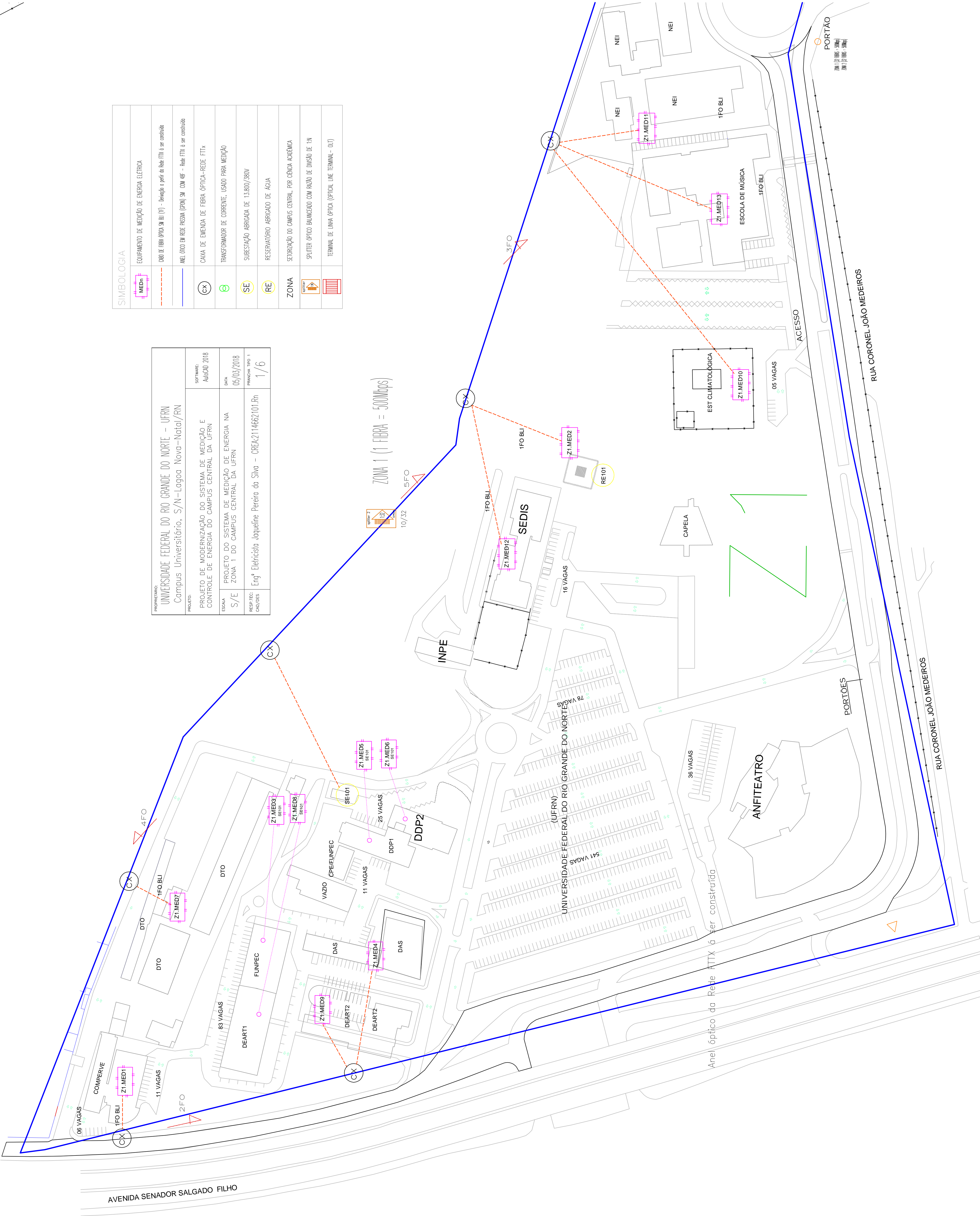
SIMBOLOGIA	
	EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
	CAPO DE FIBRA ÓPTICA SM BI (1F) – Derivação a partir da Rede FTTx a ser construído
	ANEL ÓPTICO EM REDE PASSIVA (GPON) SM COM 48F – Rede FTTx a ser construído
	CAIXA DE EMENDA DE FIBRA ÓPTICA—REDE FTTx
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE, USADO PARA MEDIÇÃO
	SUBESTAÇÃO ABRIGADA DE 13.800/380V
	RESERVIATÓRIO ABRIGADO DE ÁGUA
ZONA	SETORIZAÇÃO DO CAMPUS CENTRAL, POR CIÊNCIA ACADÊMICA
	SPLITTER ÓPTICO BALANÇADO COM RAZÃO DE DIVISÃO DE 1:N
	TERMINAL DE LINHA ÓPTICA (OPTICAL LINE TERMINAL – OLT)

PROPRIETÁRIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN Campus Universitário, S/N–Lagoa Nova–Natal/RN	
PROJETO: PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE ENERGIA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN	SOFTWARE: AutoCAD 2018
ESCALA S/E	DIAGRAMA FUNCIONAL DE REDE ÓPTICA PASSIVA GPON DATA 05/03/2018
RESP.TEC: CAD/DES	Engº Eletricista Jaqueline Pereira da Silva – CREA:2114662101.Rn FRANCHA TIPO 2 1 / 1



SIMBOLOGIA	
	EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
	CABO DE FIBRA ÓPTICA SM BI (V) - Denúncia o perfil da Rede FTTx a ser construída
	ANEL ÓPTICO DA REDE PASSIVA (OPN) SM - COM 48° - Rede FTTx a ser construída
	CAIXA DE EMENDA DE FIBRA ÓPTICA-REDE FTTx
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE, USADO PARA MEDIÇÃO
	SUBESTAÇÃO ABRIGADA DE 13.8KV/380V
	RESERVATÓRIO ABRIGADO DE ÁGUA
	SECTORIZAÇÃO DO CAMPUS CENTRAL, POR CÂMPUS ACADÊMICA
	SPULTEIR ÓPTICO BALANÇADO COM RAZÃO DE DIVISÃO DE 1:N
	TERMINAL DE LINHA ÓPTICA (OPTICAL LINE TERMINAL - OLT)

PROPRIETÁRIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN Campus Universitário, S/N-Lagooa Nova-Natal/RN	
PROJETO: PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE ENERGIA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN	SOFTWARE: AutoCAD 2018
ESCALA: S/E	DATA: 05/03/2018
RESP. TEC. PROJETO: Eng.ª Eletricista Joaquina Pereira da Silva - CREA211462101/RN	FRANCA Nº 1: 1/6



AVENIDA SENADOR SALGADO FILHO

Anel óptico da Rede FTTx a ser construída

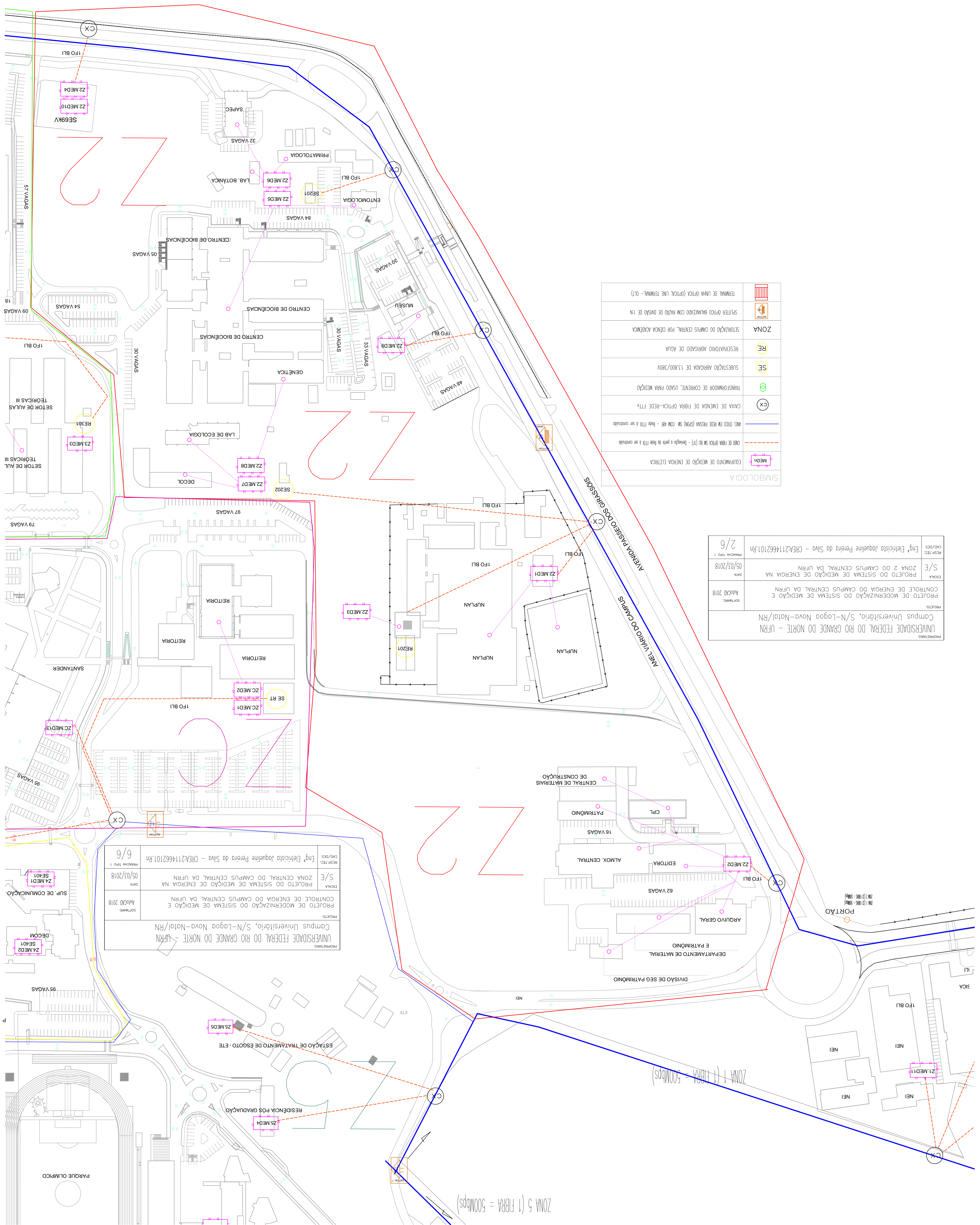
RUA CORONEL JOÃO MEDEIROS

RUA CORONEL JOÃO MEDEIROS

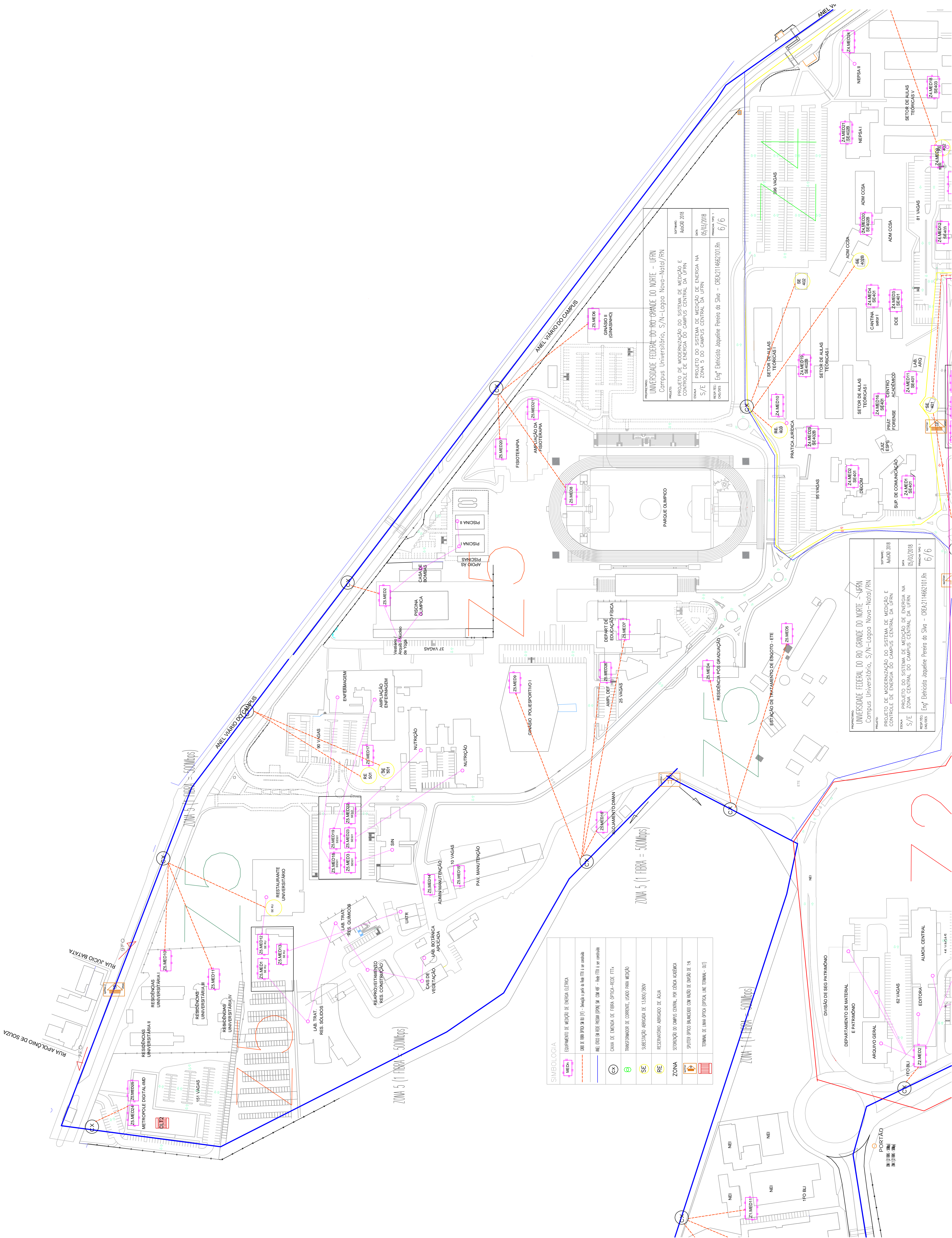
PORTÃO
20m (100m - 20m)
20m (100m - 20m)

TERMINAL DE LUMINÂR ÓPTICA (OPTICAL LINE TERMINAL - OLT)	
SPLITTER ÓPTICO BALANÇADO COM PERDA DE IN	
SECTORIZAÇÃO DO CAMPUS CENTRAL, POR CATEGORIA ACADÊMICA	ZONA
RESERVA-TÓRIO ABRIGADA DE ÁGUA	RE
SUBESTAÇÃO ABRIGADA DE 13,800/380V	SE
TRANSFORMADOR DE CORRENTE, USO PARA MEDIÇÃO	S
CAIXA DE EMERGÊNCIA DE FIBRA ÓPTICA-REDE FTTx	EX
ANEL ÓPTICO EM REDE PRESSÃO (SM) COM CABE - Rede FTTx a ser construído	
CABO DE FIBRA ÓPTICA SM AU (17) - braço a partir do rede FTTx a ser construído	
EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	MED

SIMBOLOGIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN Campus Universitário, S/N–Lagoa Nova–Natal/RN	SOFTWARE: AutoCAD 2018
PROJETO: PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE ENERGIA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN	DATA: 05/03/2018
ESCALA S/E	PROJETO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE ENERGIA NA ZONA 3 DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN
RESP. TÉCN. CAUZEIS	PROJ. POR: Eng.º Eletroísta Jacqueline Pereira da Silva – CREKA2114662101.Rn
	VERSÃO 3/6



RESPTEC:
CAD/DES

Engº Eletricista Joaquina Pereira da Silva – CREA:2114662101.Rn

6/6

RESPTEC:
CAD/DES

Engº Eletricista Joaquina Pereira da Silva – CREA:2114662101.Rn

6/6

PROPRIETARIO:
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN
Campus Universitário, S/N–Lagoa Nova–Natal/RN

PROJETO:
PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO E
CONTROLE DE ENERGIA DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN

SOFTWARE:
AutoCAD 2018

DATA:
05/03/2018

FRANCHA TIPO 1:
5/6

ESCALA:
S/E

PROJETO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE ENERGIA NA
ZONA 4 DO CAMPUS CENTRAL DA UFRN

RESPTEC:
CAD/DES

Engº Eletricista Joaquina Pereira da Silva – CREA:2114662101.Rn

SIMBOLOGIA	
	EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
	CABO DE FIBRA ÓPTICA SM BI (F) - Derivação a partir da Rede FTTx 6 ser construído
	ANEL ÓTICO EM REDE PASSIVA (OPW) SM COM 48F - Rede FTTx 6 ser construído
	CAMA DE EMENDA DE FIBRA ÓPTICA-REDE FTTx
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE, USO PARA MEDIÇÃO
	SUBESTAÇÃO ABRIGADA DE 13.800/380V
	RESERVATÓRIO ABRIGADO DE ÁGUA
	SETORIZAÇÃO DO CAMPUS CENTRAL POR CIÊNCIA ACADÊMICA
	SPLITTER ÓPTICO BALANÇADO COM RAIO DE DIFUSÃO DE 1:1
	TERMINAL DE LINHA ÓPTICA (OPTICAL LINE TERMINAL - OLT)

105

